



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

①2 **Offenlegungsschrift**
①0 **DE 197 35 414 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁸:
G 01 S 17/42
G 01 S 17/93
G 08 T 7/00
G 08 G 1/16

②1 Aktenzeichen: 197 35 414.9
②2 Anmeldetag: 14. 8. 97
④3 Offenlegungstag: 19. 2. 98

DE 197 35 414 A 1

③0 Unionspriorität:

214424/96 14.08.96 JP

⑦1 Anmelder:

Fuji Electric Co., Ltd., Kawasaki, Kanagawa, JP

⑦4 Vertreter:

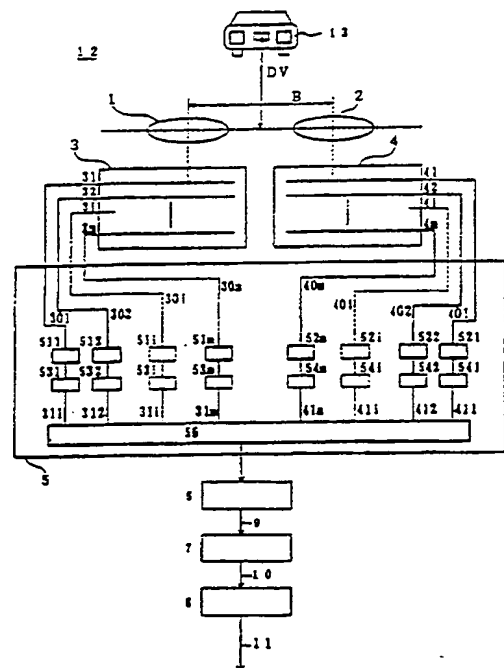
Hoffmann, E., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 82166 Gräfelfing

⑦2 Erfinder:

Hirabayashi, Takehide, Kawasaki, JP; Shimizu, Hideo, Kawasaki, JP; Tanigawa, Taichi, Kawasaki, JP; Okabe, Akihiko, Kawasaki, JP; Usuda, Takayuki, Kawasaki, JP

⑤4 Gerät zum Messen des Abstands zwischen Fahrzeugen

⑤7 Das beschriebene Abstands-Meßgerät 12 dient zur zuverlässigen Ermittlung des Fahrzeugzwischenabstands DV zu einem vorausfahrenden oder nachfolgenden Fahrzeug 13 unter Einsatz einer einfachen Verarbeitung, sowie zur Warnung des nachfolgenden Fahrzeugs, falls dieses den Sicherheitsabstand unterschreitet. Das Abstands-Meßgerät 12 weist zwei Lichtaufnahmeeinrichtungen 3 und 4 auf, denen jeweils Abbildungslinsen 1 bzw. 2 zugeordnet sind und die jeweils optische Sensoranordnungen 31 bis 3m und 41 bis 4n enthalten, die parallel zueinander derart angeordnet sind, daß ihre Längsrichtung im wesentlichen mit der vertikalen Richtung ausgerichtet ist. Hierbei sind n Meßfenster auf jeder der m Sensorzeilen in einem bestimmten, in Bildelementeinheiten festgelegten Intervall angeordnet, wobei die Abstände für m x n Punkte, deren Koordinaten durch diese Sensorzeilennummern und Meßfensteradressen bestimmt sind, als Abstandssignale 9 durch eine Abstandserfassungsschaltung 6 ermittelt werden. Unter Verwendung der Erfassungsergebnisse erfaßt ein Abschnitt 7 zur Ermittlung einer weißen Linie Sensorzeilen, auf denen eine auf einer Straßenoberfläche vorhandene weiße Linie enthalten ist, als Weißlinieninformation 10. Unter Heranziehung der von der Abstandserfassungsschaltung 6 erhaltenen Erfassungsergebnisse, die mit denjenigen Sensorzeilen, in denen keine weiße Linie vorhanden ist, zusammenhängen, überprüft ein Abschnitt 8 zur Ermittlung des Abstands das Vorhandensein eines Fahrzeugs und ...



DE 197 35 414 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 12. 97 702 068/573

25/25

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Gerät zum Messen des Abstands zwischen Fahrzeugen (nachfolgend "Abstands-Meßgerät" genannt).

Die vorliegende Erfindung schafft ein Abstands-Meßgerät, bei dem $m \times n$ Abstandsinformationen unter Verwendung von Lichtempfangseinrichtungen mit m optischen Sensoranordnungen ermittelt werden, die einer solchen Weise angeordnet sind, daß die Längsrichtung im wesentlichen mit der vertikalen Richtung ausgerichtet ist. Auf den m Sensoranordnungen sind n Meßfenster mit einem Bildelementintervall bzw. Bildelementabstand positioniert (eingestellt), wobei das Abstands-Meßgerät anhand der $m \times n$ Entfernungsinformationen solche optischen Sensoranordnungen ermittelt, auf denen eine weiße Linie bzw. ein Mittel- Spurtrennstreifen auf einer Straßenoberfläche abgebildet wird, um hierdurch den Bereich, in dem ein Fahrzeug vorhanden sein kann, einzugrenzen. Zur Bestätigung des Vorhandenseins eines Fahrzeugs sowie zur zuverlässigen Ermittlung der Entfernung zu einem vorausfahrenden oder nachfolgenden Fahrzeug (Fahrzeugabstand) wird dann eine einfache Verarbeitung ausgeführt, und es wird eine gefährliche Annäherung des nachfolgenden Fahrzeugs anhand des Abstands zu dem nachfolgenden Fahrzeug und anhand der Geschwindigkeit des Ausgangsfahrzeugs (das mit dem Abstands-Meßgerät ausgestattete Fahrzeug) ermittelt, um hierdurch das nachfolgende Fahrzeug durch Aufleuchtenlassen der Bremslichter zu warnen.

Es sind Abstands-Meßgeräte bekannt, bei denen Bilder, die durch zwei seitliche oder nebeneinander angeordnete optische Systeme erzeugt werden, elektrisch miteinander verglichen werden, um hierdurch Abstände auf der Basis der Triangulation zu messen.

In Fig. 24 ist ein herkömmliches Abstands-Meßgerät gezeigt. Gemäß Fig. 24 sind Abbildungslinsen 1 und 2 derart angeordnet, daß ihre optischen Achsen einen gegenseitigen Abstand B aufweisen. Optische Sensoranordnungen 3A und 4A sind zum Beispiel durch lineare CCD-Sensoranordnungen (CCD = ladungsgekoppelte Einrichtung) gebildet und jeweils mit dem Brennpunkt Abstand f beabstandet von den Abbildungslinsen 1 und 2 angeordnet. Die optischen Sensoranordnungen 3A und 4A wandeln das durch die Abbildungslinsen 1 und 2 gebildete jeweilige Bild eines Ziels 13' in Bildsignale 30A bzw. 40A um und geben diese Bildsignale an einen Signalverarbeitungsabschnitt 5 ab.

Der Signalverarbeitungsabschnitt 5 weist Verstärker 51 und 52, Analog/Digital-Wandler 53 und 54 und eine Speichereinrichtung 55 auf. Die von den Sensoranordnungen 3A und 4A abgegebenen Bildsignale 30A bzw. 40A werden durch die Verstärker 51 und 52 verstärkt, durch die Analog/Digital-Wandler 53 und 54 in digitale Daten umgewandelt und dann an die Speichereinrichtung 55 als Bilddaten 31A und 41A angelegt.

Eine Abstandsmeßschaltung 6 ist an der Ausgangsseite des Signalverarbeitungsabschnitts 5 angeordnet und weist einen Mikrocomputer auf. Die Abstandsmeßschaltung 6 vergleicht die den Bildern auf den beiden Sensoranordnungen 3A und 4A entsprechenden Bilddaten 31A und 41A, die in der Speichereinrichtung 55 gespeichert sind, miteinander, um hieraus die Entfernung zu dem Ziel 13' zu berechnen, und gibt das Berechnungsergebnis in Form eines Abstands- bzw. Entfernungssignals 9 ab.

Nachfolgend wird das Prinzip der Berechnung der Entfernung (des Abstands) unter Bezugnahme auf Fig. 25 beschrieben. Es wird ein Koordinatensystem mit einer horizontalen Achse X und einer vertikalen Achse Y derart festgelegt, daß der Mittelpunkt zwischen den Abbildungslinsen 1 und 2 den Ursprung 0 bildet. In diesem Koordinatensystem ergeben sich die Koordinaten von Abbildungspositionen L_1 und R_1 auf den beiden Sensoranordnungen 3A und 4A zu $(-a_{L1} - B/2, -f)$ bzw. $(a_{R1} + B/2, -f)$, wobei a_{L1} und a_{R1} jeweils die Abstände auf den optischen Sensoranordnungen 3A bzw. 4A in der gezeigten Weise bezeichnen.

Die Koordinaten des Mittelpunkts O_L der Abbildungslinse 1 sind $(-B/2, 0)$, während die Koordinaten des Mittelpunkts O_R der Abbildungslinse 2 gleich $(B/2, 0)$ sind. Wenn die Koordinaten eines Punkts M in dem Ziel 13' mit (x, y) bezeichnet werden, sind die Koordinaten des Schnittpunkts N zwischen einer vertikalen Linie, die sich von dem Punkt M zu der X -Achse erstreckt, gleich $(x, 0)$, wohingegen die Koordinaten einer Position L_0 einer vertikalen Linie, die sich von dem Punkt O_L zu der optischen Sensoranordnung 3A erstreckt, gleich $(-B/2, -f)$ sind. Die Koordinaten einer Position R_0 einer vertikalen Linie, die sich von dem Punkt O_R zu der optischen Sensoranordnung 4A erstreckt, sind gleich $(B/2, -f)$. Da in diesem Fall das Dreieck $\Delta MO_L N$ ähnlich ist wie das Dreieck $\Delta O_L L_1 L_0$, und das Dreieck $\Delta MO_R N$ ähnlich ist wie das Dreieck $\Delta A O_R R_1 R_0$, gelten die nachfolgend angegebenen Gleichungen (1) und (2):

$$(x + B/2)f = (a_{L1} + B/2 - B/2)y \quad (1)$$

$$(-x + B/2)f = (a_{R1} + B/2 - B/2)y \quad (2)$$

Aus den Gleichungen (1) und (2) erhält man die folgende Gleichung (3):

$$y = B \cdot f / (a_{L1} + a_{R1}) \quad (3)$$

Anhand von Gleichung (3) läßt sich der Abstand y zu dem Ziel 13' berechnen, indem die Strecken a_{L1} und a_{R1} der Abbildungspositionen L_1 und R_1 ermittelt werden.

Nachfolgend wird die Arbeitsweise der Abstandsmeßschaltung 6 im einzelnen beschrieben. Die Abstandsmeßschaltung 6 vergleicht die Bilddaten 3AL (bzw. 31A) und 4AR (bzw. 41A) der Bilder auf den beiden Sensoranordnungen 3A bzw. 4A, wie sie zum Beispiel in Fig. 26 mit den durchgezogenen Linien für gesondert eingestellte Meßfensterabschnitte dargestellt sind. Wenn diese Bilddaten nicht miteinander übereinstimmen, werden zum Beispiel die Bilddaten 3AL auf der linken Seite sukzessive nach rechts verschoben, wohingegen die Bilddaten 4AR auf der rechten Seite sukzessive nach links verschoben werden, wie es in Fig. 26 mit den

unterbrochenen Linien angegeben ist. Die Verschiebung, die erforderlich ist, bis die Bilddaten auf der linken Seite und der rechten Seite übereinstimmen, wird als Verschiebungsstrecke erfaßt.

Zur Ermittlung des Ausmaßes der Übereinstimmung zwischen den Bilddaten 3AL und 4AR für das linke und das rechte Bild wird eine Bewertungsfunktion eingesetzt. Bei dieser Bewertungsfunktion werden die Absolutwerte der Differenzen zwischen den Bilddaten, die an entsprechenden Koordinaten (Adressen) in Meßfenstern liegen, addiert, welche in den optischen Sensoranordnungen 3A und 4A auf der rechten und der linken Seite angeordnet sind, und zwar für alle Bildelemente (in diesem Beispiel den CCD-Elementen). Der Wert der Bewertungsfunktion wird untersucht, während das rechte und das linke Meßfenster aufeinanderfolgend verschoben werden, d. h. das linke Meßfenster nach links verschoben wird (die Bilddaten 3AL auf der linken Seite werden somit äquivalent hierzu nach rechts verschoben), wohingegen das rechte Meßfenster nach rechts verschoben wird (dies ist gleichwertig wie eine Verschiebung der Bilddaten 4AR auf der rechten Seite nach links). Die Daten auf der rechten und der linken Seite werden dann als übereinstimmend angesehen, wenn die Bewertungsfunktion ein Minimum annimmt. Der Betrag der Verschiebungen des linken und des rechten Meßfensters, der zu diesem Zustand führt, d. h., die Verschiebungsstrecken stellen die gesuchten Strecken a_{L1} und a_{R1} zur linken Abbildungsposition L_1 bzw. rechten Abbildungsposition R_1 dar.

Die Abstandsmeßschaltung 6 kann daher den Abstand y zu dem Ziel 13' auf der Grundlage dieser Verschiebungsstrecken a_{L1} und a_{R1} unter Heranziehung der vorstehend angegebenen Gleichung (3) berechnen.

Das herkömmliche Prinzip der Messung einer Mehrzahl von Punkten in der Längsrichtung der optischen Sensoranordnungen wird nun unter Bezugnahme auf Fig. 27 beschrieben. Das Abstands-Meßgerät weist in diesem Fall die gleiche Ausgestaltung wie dasjenige von Fig. 24 auf, mit der Ausnahme, daß jede Sensoranordnung in eine Mehrzahl von Regionen (Meßfenster) unterteilt ist. In Fig. 27 ist ein Fall gezeigt, bei dem die optische Sensoranordnung in drei Regionen (a), (b) und (c), bzw. in drei Regionen (1), (2) und (3), unterteilt ist.

Ziele O_1 , O_2 und O_3 , deren jeweilige Entfernung zu messen ist, sind jeweils mit den Abständen L_1 , L_2 bzw. L_3 von dem Abstands-Meßgerät in den drei Richtungen gezeigt, die durch die strichpunktierten Linien veranschaulicht sind. Diese Richtungen entsprechen der Richtung der Mittellinie und den auf beiden Seiten der Mittellinie liegenden Richtungen, die mit der Mittellinie den Winkel α einschließen. Regionen (1), (2) und (3) der optischen Sensoranordnungen 3A und 4A, die einander paarweise jeweils zugeordnet sind, entsprechen den Zielen O_1 , O_2 bzw. O_3 . Anders ausgedrückt, wird ein Bild des Ziels O_1 , das links von der Mittellinie liegt und dessen Richtung mit der Mittellinie den Winkel α einschließt, gleichzeitig in den Regionen (1) der optischen Sensoranordnungen 3A und 4A ausgebildet, während das Bild des Ziels O_2 , das auf der Mittellinie liegt, gleichzeitig in den beiden Regionen (2) ausgebildet wird. Das Bild des Ziels O_3 , das in einer Richtung liegt, die mit der Mittellinie den Winkel α einschließt und rechts von der Mittellinie liegt, wird gleichzeitig in den beiden Regionen (3) ausgebildet. Die Abstände L_1 , L_2 und L_3 zu den jeweiligen Zielen O_1 , O_2 bzw. O_3 lassen sich anhand der nachstehend angegebenen Gleichungen (4) bis (6) ausdrücken:

$$L_1 = B \cdot f / (U_{21} - U_{11}) \quad (4)$$

$$L_2 = B \cdot f / (U_{22} - U_{12}) \quad (5)$$

$$L_3 = B \cdot f / (U_{13} - U_{23}) \quad (6)$$

Die Abstände bzw. Strecken B , f , U_{11} , U_{12} , U_{13} , U_{21} , U_{22} und U_{23} , die in diesen Gleichungen verwendet werden, sind jeweils in Fig. 27 dargestellt.

Da jede Verschiebungsstrecke U_{21} , U_{11} , U_{22} , U_{12} , U_{23} bzw. U_{13} jeweils durch die Abstandsmeßschaltung 6 auf der Grundlage der von den optischen Sensoranordnungen 3A und 4A erhaltenen Bilddaten ermittelt werden kann, können die Abstände L_1 , L_2 , und L_3 auf der Grundlage der Gleichungen (4) bis (6) berechnet werden.

Bei dem herkömmlichen Verfahren wird somit auf diese Weise der Abstand für jedes aus einer Mehrzahl von Meßfenstern, die in der optischen Sensoranordnung ausgebildet sind, gemessen, um hierdurch die Position eines Fahrzeugs unter Heranziehung der nachstehend angegebenen Verfahren zu ermitteln.

Bei einem nachfolgend als "erstes Verfahren" bezeichneten Verfahren, das in der JP 8-210848 A vorgeschlagen ist, werden zum Beispiel n Meßpunkte in den Zeilen bzw. Linien (im folgenden auch als "Sensorzeilen" bezeichnet) in jeder von m Sensoranordnungen gemessen, denen jeweils n Meßfenster zugeordnet sind, und es wird die Häufigkeitsverteilung der Abstände in der so gewonnenen $m \times n$ -Abstandsmatrix bzw. Entfernungsmatrix ermittelt. Die mittlere Bewegung einer Abstandsblockregion, die der Größe eines Fahrzeugs entspricht, wird dann innerhalb der Abstandsmatrix ermittelt, wobei ein Objekt, das als ein Fahrzeug eingestuft wird, identifiziert wird, und dessen Abstand dann herausgegriffen, das heißt ermittelt wird.

Ferner wird bei einem nachfolgend als "zweites Verfahren" bezeichneten Verfahren, das in der JP 7-280563 A offenbart ist, eine weiße Linie auf der Grundlage der Entfernung hierzu sowie auf der Grundlage der Breite eines Bilds, von dem angenommen wird, daß es sich um eine weiße Linie auf der Oberfläche einer Straße, auf der das Ausgangsfahrzeug fährt, handelt, erkannt. Auf der Grundlage der weißen Linie wird anschließend der Abstandsmeßbereich zur Erfassung der Entfernung zu einem anderen Fahrzeug innerhalb dieses Bereichs festgelegt.

Bekannte Abstands-Meßgeräte enthalten darüber hinaus einen Summer, der den Fahrer darauf aufmerksam macht, daß der in der vorstehend erläuterten Weise ermittelte Fahrzeugzwischenabstand kleiner ist als ein Sicherheitsabstand zwischen den Fahrzeugen, der auf der Grundlage der Geschwindigkeit des Ausgangsfahrzeugs und ihrer Relativgeschwindigkeit berechnet wird. Für einige große Lastkraftwagen sind bereits Abstands-Meßgeräte, die mit Laser und/oder Radar arbeiten, in der Praxis im Einsatz.

In Fig. 23 ist veranschaulicht, wie der Sicherheitsabstand zwischen den Fahrzeugen in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit des Ausgangsfahrzeugs und der Relativgeschwindigkeit festgelegt wird. Die Figur zeigt die

Beziehung zwischen der Geschwindigkeit des Ausgangsfahrzeugs und dem Sicherheitsabstand zwischen den Fahrzeugen bei jeweiligen Relativgeschwindigkeiten. Wenn die Geschwindigkeit des Ausgangsfahrzeugs mit V_2 bezeichnet wird, die Geschwindigkeit des vorausfahrenden Fahrzeugs mit V_1 bezeichnet wird, die Verzögerung des vorausfahrenden Fahrzeugs mit α_1 bezeichnet wird, die Verzögerung des Ausgangsfahrzeugs mit α_2 bezeichnet wird, die Verzögerungszeit (freie Fahrzeit bzw. unverzögerte Fahrdauer) ab dem Beginn der Verzögerung des vorausfahrenden Fahrzeugs bis zu dem Beginn der Verzögerung des Ausgangsfahrzeugs mit T_V bezeichnet wird, und das Abstandssicherheitsmaß (der Abstand zwischen den beiden Fahrzeugen, wenn beide Fahrzeuge vollständig angehalten sind) mit D_1 bezeichnet wird, ergibt sich die relative Geschwindigkeit zu " $V_2 - V_1$ ", und es läßt sich der Sicherheitsabstand D_s zwischen den Fahrzeugen durch die nachstehend angegebene Gleichung (7) ausdrücken:

$$D_s = (3/2\alpha_2)V_2^2 - (3/2\alpha_1)(V_1 - \alpha_1 \cdot T_V)^2 + (V_2 - V_1) \cdot T_V + D_1 \quad (7)$$

Bei dieser Gleichung wird V_2 anhand eines Fahrzeuggeschwindigkeitssignals ermittelt, das von einem in dem Ausgangsfahrzeug eingebauten Fahrgeschwindigkeitssensor erzeugt wird. V_1 wird auf der Grundlage des Abstands zwischen den Fahrzeugen und dem Fahrgeschwindigkeitssignal ermittelt. Mit D_1 ist eine bestimmte Konstante bezeichnet. Darüber hinaus sind auch T_V , α_1 und α_2 jeweils Konstanten, die sich aber in Abhängigkeit von dem Fahrvermögen des Fahrers und dem Zustand der Straßenoberfläche ändern. Diese Werte müssen somit unter Berücksichtigung dieser Faktoren festgelegt werden.

Bei dem herkömmlichen Abstands-Meßgerät ergeben sich die nachfolgend angegebenen Probleme.

In Fig. 28 ist ein Beispiel für eine nicht zweckmäßige Beziehung zwischen dem Abbild eines Fahrzeugs und den Meßfenstern innerhalb der Sensorzeilen in einer Mehrzahl von optischen Sensoranordnungen dargestellt, die parallel zueinander derart eingebaut sind, daß die annähernd vertikale Richtung als die Längsrichtung festgelegt ist. Bei dem Abstands-Meßgerät, wie es in der vorstehend bereits angesprochenen JP 8-210848 A offenbart ist, sind die Meßfenster in jeder in Fig. 28 gezeigten Zeilen um die Kreise herum vorgesehen (wobei die Kreise jeweils den Mittelpunkt darstellen), um hierdurch die Entfernungen zu messen. Die Größe des Abbilds eines Fahrzeugs, das auf das sichtbare Meßfeld projiziert wird, verringert sich, wenn sich der Abstand zwischen den Fahrzeugen vergrößert. Wie in Fig. 28 gezeigt ist, kann das Bild des Fahrzeugs gegenüber der Mitte jeweiliger Meßfenster versetzt sein und lediglich in einem Teil von Meßfenstern abhängig von der aktuellen Situation vorhanden sein, wodurch die Messung der Entfernung zu dem Fahrzeug ungenau oder schwierig wird.

Damit diese Nachteile verhindert werden, können zum Beispiel die nachstehend diskutierten Methoden angewandt werden:

Eine erste Methode besteht darin, die Breite der Meßfenster derart zu vergrößern, daß ein Bild eines Fahrzeugs, das auf eine Ecke eines Meßfensters projiziert wird, zur Ermittlung des Abstands zu dem Fahrzeug trotz der fehlenden Abbildung des Fahrzeugs in der Mitte des Meßfensters eingesetzt werden kann. Bei dieser Methode wird jedoch nicht nur das Bild des Fahrzeugs, sondern werden auch Bilder des Hintergrunds und der Straßenoberfläche in dem gleichen Meßfenster dargestellt, was zu großen Fehlern bei der Messung der Entfernungen aufgrund der Mischung aus entfernten und nahen Objekten führt.

Eine zweite Methode besteht darin, die Anzahl n der Meßfenster zu erhöhen, anstatt die Breite der Meßfenster zu vergrößern, um hierdurch zu gewährleisten, daß eine gewisse Anzahl von Fenstern zur Erfassung des Abstands zu dem Fahrzeug verwendet werden kann. Bei dieser Methode erhöht sich jedoch die Menge der gewonnenen Abstandsdaten, so daß eine lange Zeitdauer zum Herausgreifen der Häufigkeitsverteilungen oder zur Ermittlung der durchschnittlichen Bewegung erforderlich ist. Es ist somit eine Zentraleinheit (CPU) mit erhöhtem Durchsatz zur Verringerung der Verarbeitungszeit erforderlich, was zu hohen Kosten führt.

Es ist somit eine Methode erforderlich, die einerseits Fehler verhindert kann, die aufgrund einer Mischung von fernen und nahen Objekten hervorgerufen werden, und die andererseits die Position eines Fahrzeugs mit Hilfe einer einfachen Verarbeitung ermitteln kann.

Eine mögliche Methode zur Verringerung der Verarbeitungszeit, die zur Ermittlung der Position eines Fahrzeugs erforderlich ist, besteht darin, eine Technik einzusetzen, wie sie in der vorstehend erwähnten JP 7-280563 A offenbart ist. Bei dieser Technik wird eine auf einer Straßenoberfläche vorhandene weiße Linie erfaßt, um hierdurch den Bereich für die Abstandsmessung auf der Grundlage dieser weißen Linie festzulegen, wodurch der Verarbeitungsbereich, innerhalb dessen die Position eines Fahrzeugs zu ermitteln ist, bestimmt wird. Durch diese Methode kann zwar die Zeitdauer verringert werden, die zur Ermittlung der Position eines Fahrzeugs erforderlich ist; sie führt aber zu einer längeren Zeitspanne, die zur Ermittlung der weißen Linie aufgrund des Einsatzes von Bilddaten benötigt wird. Hierdurch wird die eigentlich erforderliche Verringerung der Abtastfrequenz verhindert. Folglich wird ein noch einfacheres Verarbeitungsverfahren benötigt, bei dem der Bedarf an Bilddaten bei der Erkennung einer weißen Linie beseitigt oder reduziert ist.

Bei dem herkömmlichen Verfahren treten darüber hinaus die nachfolgenden Nachteile auf, wenn die in der vorstehend erläuterten Weise ermittelten Abstände zwischen den Fahrzeugen zur Erzeugung eines Alarms herangezogen werden. Bei herkömmlichen Verfahren, bei denen ein Alarm erzeugt wird, wenn durch das vorstehend beschriebene Abstands-Meßgerät der Abstand zu dem vorausfahrenden Fahrzeug gemessen worden ist, und ein Alarm gehäuft dann erzeugt wird, wenn der Abstand zwischen den Fahrzeugen kleiner geworden ist als der Sicherheitsabstand, ergibt sich nicht nur eine Störung des Fahrers, sondern auch eine übermäßige Gewöhnung des Fahrers an solche Alarmsignale.

Damit diese Effekte verhindert werden, muß die in Gleichung (7) benutzte Schwelle zur Bestimmung der Alarmerzeugung geeignet so festgelegt werden, daß klar zwischen gefährlichen Zuständen und sicheren Umständen unterschieden werden kann, wodurch die Alarmerzeugung noch zuverlässiger durchgeführt werden kann.

Die in Gleichung (7) angegebenen Konstanten T_v , α_1 und α_2 verändern sich jedoch in Abhängigkeit von unterschiedlichen Parametern wie etwa dem Fahrvermögen des Fahrers, seinen Gewohnheiten und seinem physischen Zustand sowie in Abhängigkeit von den Bedingungen und Steigungen der Straßenoberfläche und der Abnutzung der Reifen. Diese Faktoren können nicht leicht gemessen werden, und es besteht die Tendenz, daß ein Alarm selbst bei einer sicheren Situation erzeugt wird. Es ist somit ein Abstands-Meßgerät erforderlich, das für den Fahrer akzeptabel ist, da es im Stande ist, einerseits Störungen des Fahrers zu vermeiden und andererseits den Fahrer bei einer potentiellen Gefahr wirksam und zuverlässig zu informieren.

Es ist somit eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die vorstehend angegebenen, mit den herkömmlichen Methoden zusammenhängenden Probleme zu lösen und ein Abstands-Meßgerät bereitzustellen, bei dem Lichtempfangseinrichtungen mit optischen Sensoranordnungen zur stabilen, genauen und einfachen Ermittlung des Abstands zu einem vorausfahrenden oder nachfolgenden Fahrzeug verwendet werden und bei dem unnötige Störungen des Fahrers verhindert werden, jedoch der Fahrer auf eine mögliche Gefahr in zufriedenstellender Weise aufmerksam gemacht wird.

Diese Aufgabe wird mit den im Patentanspruch 1 oder Patentanspruch 5 genannten Merkmalen gelöst.

Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

Mit der Erfindung werden unter anderem die nachstehend aufgelisteten Effekte und Vorteile erzielt.

Es werden die Abstände für die bzw. hinsichtlich der n Meßfenster, die in den m optischen Sensoranordnungen auf einer Seite des Fahrzeugs festgelegt sind, gemessen. Diese $m \times n$ Anteile der gemessenen Abstandsinformation werden zur Ermittlung derjenigen Sensorzeilen aus den m Sensorzeilen benutzt, in denen eine weiße Linie vorhanden ist, d. h., auf denen eine weiße Linie abgebildet wird. Anschließend wird die gemessene Abstandsinformation von den Sensorzeilen, in denen keine weiße Linie vorhanden ist, zur Ermittlung der Position eines Fahrzeugs benutzt, um hierdurch den Abstand zu diesem Fahrzeug und dessen Richtung zu ermitteln (Anspruch 1). Bei den beschriebenen Ausführungsbeispielen wird die im Patentanspruch 1 angegebene Abstandserfassungseinrichtung durch eine Abstandserfassungsschaltung 6 gebildet, die die gemessenen Abstände für $m \times n$ Punkte in Form eines Abstandssignals 9 mißt. Die Einrichtung zur Ermittlung von weißen Linien wird hierbei durch einen Abschnitt 7 zum Herausgreifen oder Erkennen einer weißen Linie gebildet, bei dem eine oder mehrere Sensorzeilen anhand einer Weißlinieninformation 10 erfaßt werden. Der Abstand zwischen einem mit dem erfindungsgemäßen Abstands-Meßgerät ausgestatteten Fahrzeug und einem vorausfahrenden oder nachfolgenden Fahrzeug wird als Abstand zwischen den Fahrzeugen und Fahrzeugrichtungsinformation 11 ermittelt.

Darüber hinaus werden dann, wenn das Intervall bzw. der Abstand zwischen den Meßfenstern in jeder Sensorzeile derart festgelegt wird, daß das Intervall gleich groß ist wie das Intervall bzw. der Abstand zwischen den Sensoren bzw. den Bildelementen (Pixeln), (kontinuierliche) Abstandsdaten mit einem diesem Bildelementabstand entsprechenden Intervall in der Längsrichtung der optischen Sensoranordnungen erhalten (Anspruch 2).

Nachdem die Abstandsdaten und die Adresse des Meßfensters mit der niedrigsten Adresse in jeder Sensorzeile ermittelt worden sind, können diese Daten als $L(W_{\min})$ und W_{\min} mit der Zeilennummer i ($1 \leq i \leq m$) bezeichnet werden. Die zwischen den Zeilen vorhandene Korrelation zwischen diesen Daten kann dann zur Erfassung von Sensorzeilen, in denen eine weiße Linie vorhanden ist, untersucht werden (anders ausgedrückt, kann eine weiße Linie auf der Straßenoberfläche ermittelt werden) (Anspruch 3). Beim Gegenstand des Patentanspruchs 3 kann die Anzahl von Sensorzeilen, bei denen Meßfenster vorhanden sind, zwischen 1 und m liegen (Anzahl i von Sensorzeilen $1 \leq i \leq m$).

Nachdem die Abstandsdaten $L(W_{\min})$ und die Adresse W_{\min} für das Meßfenster bezüglich jeder Sensorzeile mit der Zeilennummer i ($1 \leq i \leq m$) mit Ausnahme derjenigen Sensorzeilen, in denen die erfaßte weiße Linie vorhanden ist, ermittelt worden sind, um hierdurch einen Fahrzeugkandidaten (ein Bild) oder eine Straßenoberfläche (in Form eines Bilds) anzugeben, kann weiterhin eine Sensorzeile i als eine einen Kandidaten für die Fahrzeugerkennung repräsentierende Sensorzeile eingestuft werden, wenn die Abstandsdaten und die Adresse eines Fahrzeugkandidaten, das heißt ein möglicherweise ein Fahrzeug repräsentierendes Bild, anzeigen.

Falls die Abstandsdaten und die Adresse eine Straßenoberfläche angeben, kann die Beziehung zwischen der Adresse jedes Meßfensters, die höher als die Adresse W_{\min} dieses Meßfensters, und der Abstand zu der erwarteten Straßenoberfläche bei dieser Adresse berechnet werden, und es wird der berechnete Abstand zu der erwarteten, das heißt angenommenen Straßenoberfläche mit dem entsprechenden, gemessenen Abstand verglichen, um hierdurch das Vorhandensein eines Fahrzeugkandidaten, das heißt eines möglichen Fahrzeugs zu überprüfen. Falls ein Fahrzeugkandidat vorhanden ist, wird die Sensorzeile i als eine Kandidaten-Sensorzeile für die Abstandserfassung festgelegt.

Wenn der Abstand zwischen dem maximalen Wert und dem minimalen Wert der möglicherweise ein erfaßtes Fahrzeug repräsentierenden Sensorzeilen (Kandidaten für die Fahrzeugerkennung bildenden Sensorzeilen) der Breite eines Fahrzeugs entspricht, wird der Fahrzeugkandidat als aktuelles Fahrzeug eingestuft (Anspruch 4). Bei dem Gegenstand des Patentanspruchs 4 ist mit der Höhe eines Fahrzeugs die minimale Höhe des Fahrzeugs gemeint. Weiterhin kann die im Anspruch 4 angegebene Beziehung zwischen den Adressen und dem für diese Adresse erwarteten Abstand einer Straßenoberflächengleichung $f_{road}(W_i)$ entsprechen.

Bei einer anderen Ausführungsform wird der Abstand zu dem nachfolgenden Fahrzeug gemessen. Falls das nachfolgende Fahrzeug in einen gefährlichen Bereich eindringt, das heißt zu nahe kommt, werden die Lichter des mit dem erfindungsgemäßen Abstands-Meßgerät ausgestatteten Fahrzeugs zum Aufleuchten gebracht, um hierdurch das nachfolgende Fahrzeug über die Gefahrensituation zu informieren (Anspruch 5). Beim Gegenstand des Patentanspruchs 5 sind die optischen Sensoranordnungen bevorzugt paarweise ausgelegt. In diesem Fall können die Bremslichter des mit dem erfindungsgemäßen Abstands-Meßgerät ausgestatteten Fahrzeugs zum Aufleuchten gebracht werden, um das nachfolgende Fahrzeug über den Gefahrenzustand zu informieren und zwar auch dann, wenn der Fahrer die Bremsen nicht betätigt (Anspruch 6).

Unabhängig davon, ob der Fahrer die Bremsen betätigt, kann auch ein anderes Licht als das Bremslicht zum

Aufleuchten gebracht werden, um hierdurch das nachfolgende Fahrzeug über den Gefahrenzustand zu informieren, wobei dieses andere Licht an einer solchen Stelle angeordnet ist, daß es von dem Fahrer des nachfolgenden Fahrzeugs leicht gesehen werden kann (Anspruch 7).

Das Aufleuchtenlassen der Bremslichter oder einer anderen Lichtquelle bei zu geringem Abstand kann vorzugsweise durch wiederholtes Ein- und Ausschalten der entsprechenden Leuchte(n) erreicht werden.

Die Erfindung wird nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher beschrieben.

Fig. 1 zeigt ein Blockschaltbild der zur Erläuterung wesentlichen Elemente eines Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung dargestellt ist,

Fig. 2 zeigt ein Ablaufdiagramm, in dem die erste Hälfte eines Verarbeitungsablaufs dargestellt ist, der von einem in Fig. 1 gezeigten Abschnitt zum Ermitteln einer weißen Linie durchgeführt wird,

Fig. 3 ein Ablaufdiagramm, in dem die zweite Hälfte des Verarbeitungsablaufs dargestellt ist, der von dem in Fig. 1 gezeigten Abschnitt zur Ermittlung einer weißen Linie ausgeführt wird,

Fig. 4 zeigt eine Abbildung einer weißen Linie und eines Fahrzeugs, die sich auf einer Straßenoberfläche befinden, wobei die Abbildung auf eine Mehrzahl von Sensorzeilen projiziert ist, um hierdurch die Arbeitsweise des in Fig. 1 gezeigten Abschnitts zur Ermittlung einer weißen Linie zu veranschaulichen,

Fig. 5 zeigt ein Beispiel für die gemessenen Abstände bezüglich jeder Fensteradresse auf den Sensorzeilen, um hierdurch die Arbeitsweise des in Fig. 1 gezeigten Abschnitts zur Ermittlung einer weißen Linie zu veranschaulichen.

Fig. 6 zeigt ein Ablaufdiagramm, in dem die erste Hälfte eines Prozesses veranschaulicht ist, der von einem in Fig. 1 gezeigten Abschnitt zur Ermittlung eines Fahrzeugs durchgeführt wird, um hierdurch auf jeder Sensorzeile Daten bezüglich eines Fahrzeugkandidaten zu ermitteln,

Fig. 7 zeigt ein Ablaufdiagramm, in dem die zweite Hälfte des Prozesses dargestellt ist, der von dem in Fig. 1 gezeigten Abschnitt zur Ermittlung eines Fahrzeugs ausgeführt wird, um hierdurch an jeder Sensorzeile Daten bezüglich eines Fahrzeugkandidaten zu ermitteln,

Fig. 8 zeigt ein Ablaufdiagramm, in dem ein Prozeß veranschaulicht ist, der von dem in Fig. 1 gezeigten Abschnitt zur Ermittlung eines Fahrzeugs ausgeführt wird und bei dem zur Erfassung eines Fahrzeugs die Korrelation zwischen den Sensorzeilen überprüft wird,

Fig. 9 zeigt eine auf eine Mehrzahl von Sensorzeilen projizierte Abbildung einer weißen Linie und eines Fahrzeugs auf einer Straßenoberfläche, um hierdurch die von dem in Fig. 1 gezeigten Abschnitt zur Ermittlung eines Fahrzeugs ausgeführte Verarbeitung zu veranschaulichen,

Fig. 10 zeigt eine Seitenansicht, in der die Beziehung zwischen einem Abstands-Meßgerät und der Form der Rückseite eines Fahrzeugs zur Veranschaulichung einer Verarbeitung dargestellt ist, die von dem in Fig. 1 gezeigten Abschnitt zur Ermittlung eines Fahrzeugs ausgeführt wird,

Fig. 11 zeigt Beispiele für gemessene Abstände bezüglich jeder Fensteradresse an den Sensorzeilen während der Ermittlung eines Fahrzeugkandidaten, um hierdurch die durch den in Fig. 1 gezeigten Abschnitt zur Ermittlung eines Fahrzeugs ausgeführte Verarbeitung zu veranschaulichen,

Fig. 12 zeigt ein auf eine Mehrzahl von Sensorzeilen projiziertes Bild einer weißen Linie, eines Musters wie etwa einer Naht oder einer Querlinie und eines Fahrzeugs auf einer Straßenoberfläche, um hierdurch die durch den in Fig. 1 gezeigten Abschnitt zur Ermittlung eines Fahrzeugs ausgeführte Verarbeitung zu veranschaulichen,

Fig. 13 zeigt Beispiele für gemessene Abstände und für Straßenoberflächenausdrücke bzw. -beschreibungen für jede Fensteradresse auf den Sensorzeilen, auf denen sich ein Bild einer Straßenoberfläche und eines Fahrzeugs befindet, wobei diese Beispiele zur Erläuterung der durch den in Fig. 1 gezeigten Abschnitt zur Ermittlung eines Fahrzeugs ausgeführten Verarbeitung dienen,

Fig. 14 zeigt ein Diagramm, in dem die Beziehung zwischen dem Abstands-Meßgerät und einer Straßenoberfläche sowie einem zur Fahrzeugerkennung herangezogenen Straßenoberflächenabschnitt dargestellt ist, um hierdurch die von dem in Fig. 1 gezeigten Abschnitt zur Ermittlung eines Fahrzeugs ausgeführte Verarbeitung zu veranschaulichen,

Fig. 15 zeigt ein Meßprinzip für die kontinuierliche Messung einer Mehrzahl von Punkten in der Längsrichtung der optischen Sensoranordnungen,

Fig. 16 zeigt Bewertungsfunktionen, die zum kontinuierlichen Messen einer Mehrzahl von Punkten in der Längsrichtung der optischen Sensoranordnungen eingesetzt werden,

Fig. 17 zeigt eine Ausführungsform des Abstands-Meßgeräts, die zum kontinuierlichen Messen einer Mehrzahl von Punkten in der Längsrichtung der optischen Sensoranordnungen ausgelegt ist,

Fig. 18 zeigt die Abstandsinformation, die von dem in Fig. 17 gezeigten Abstands-Meßgerät ermittelt wurde,

Fig. 19 zeigt eine Seitenansicht, in der die Beziehung zwischen dem mit dem Abstands-Meßgerät ausgestatteten Fahrzeug und dem nachfolgenden Fahrzeug bei einer ersten Ausgestaltung einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gezeigt ist,

Fig. 20 zeigt ein Blockschaltbild, in dem die Ausgestaltung einer Alarmeinrichtung veranschaulicht ist,

Fig. 21 zeigt eine Seitenansicht, in der die Beziehung zwischen dem mit dem Abstands-Meßgerät ausgestatteten Fahrzeug und einem nachfolgenden Fahrzeug bei einer zweiten Ausgestaltung des zweiten Ausführungsbeispiels dargestellt ist,

Fig. 22 zeigt ein Blockschaltbild, in dem die Ausgestaltung einer Alarmeinrichtung gezeigt ist,

Fig. 23 zeigt die Beziehung zwischen der Geschwindigkeit des mit dem Abstands-Meßgerät ausgestatteten Fahrzeugs und eines Sicherheitsabstands zwischen den Fahrzeugen bei einer bestimmten Relativgeschwindigkeit,

Fig. 24 zeigt den Aufbau eines herkömmlichen Abstands-Meßgeräts,

Fig. 25 zeigt das bei dem in Fig. 24 dargestellten Aufbau eingesetzte Prinzip der Abstandsberechnung.
 Fig. 26 zeigt das Prinzip der Arbeitsweise einer in Fig. 24 gezeigten Abstandserfassungsschaltung.
 Fig. 27 zeigt das Prinzip der Messung der Abstände bezüglich einer Mehrzahl von Punkten in der Längsrichtung einer herkömmlichen optischen Sensoranordnung, und
 Fig. 28 zeigt nachteilige Effekte, die bei der Ermittlung der Position eines Fahrzeugs bei einem herkömmlichen Abstands-Meßgerät auftreten können.

In den Zeichnungen bezeichnen die gleichen Bezugszeichen jeweils identische oder gleichwertige Komponenten.

Unter Bezugnahme auf die Fig. 1 bis 18 wird nachfolgend ein erstes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Abstands-Meßgeräts beschrieben.

In Fig. 1 ist ein Blockschaltbild gezeigt, in dem der Aufbau einer ersten Ausgestaltung dieses ersten Ausführungsbeispiels des Abstands-Meßgeräts dargestellt ist. Ein Fahrzeug 13, hinsichtlich dessen der Fahrzeugabstand zu messen ist, das heißt dessen Entfernung zu dem mit dem erfindungsgemäßen Abstands-Meßgerät ausgestatteten Fahrzeug (Ausgangsfahrzeug) zu ermitteln ist, fährt in derselben Spur wie das nicht gezeigte Ausgangsfahrzeug.

Abbildungslinsen 1 und 2 sind mit einem Abstand B zwischen ihren optischen Achsen angeordnet. Lichtaufnahmeeinrichtungen bzw. Lichtempfangseinrichtungen 4 und 5 sind hinter den Abbildungslinsen mit einem der nicht gezeigten Brennweite f entsprechenden Abstand vorgesehen. Die Lichtaufnahmeeinrichtung 3 weist m optische Sensoranordnungen 31 bis 3m auf, die in einer rechtwinklig zu der optischen Achse verlaufenden Ebene parallel zueinander in einer solchen Weise angeordnet sind, daß ihre Längsrichtung im wesentlichen mit der vertikalen Richtung ausgerichtet ist. Die Lichtaufnahmeeinrichtung 4 weist in gleichartiger Weise m optische Sensoranordnungen 41 bis 4m auf, die in einer rechtwinklig zu der optischen Achse verlaufenden Ebene parallel zueinander in einer solchen Weise angeordnet sind, daß ihre Längsrichtung im wesentlichen mit der vertikalen Richtung ausgerichtet ist. Die optischen Sensoranordnungen sind derart ausgestaltet, daß die optischen Sensoranordnungen 31 und 41, 3i und 4i bzw. 3m und 4m jeweils das gleiche Gesichtsfeld besitzen.

Ein durch die Abbildungslinse 1 erzeugtes Abbild eines Ziels wird durch die optischen Sensoranordnungen 31 bis 3m in der Lichtaufnahmeeinrichtung 3 in Bildsignale 301 bis 30m umgewandelt. In gleichartiger Weise wird ein Bild des Ziels, das durch die Abbildungslinse 2 erzeugt wird, durch die optischen Sensoranordnungen 41 bis 4m in der Lichtaufnahmeeinrichtung 4 in Bildsignale 401 bis 40m umgewandelt. Die Bildsignale werden dann jeweils an einen Signalverarbeitungsabschnitt 5 angelegt.

Der Signalverarbeitungsabschnitt 5 weist Verstärker 511 bis 51m und 521 bis 52m, Analog/Digital-Wandler 531 bis 53m und 541 bis 54m sowie eine Speichereinrichtung 55 auf. Die von den optischen Sensoranordnungen 31 bis 3m der Lichtaufnahmeeinrichtung 3 erzeugten Bildsignale 301 bis 30m werden durch die Verstärker 511 bis 51m verstärkt, dann durch die Analog/Digital-Wandler 531 bis 53m in digitale Signale umgewandelt und schließlich an die Speichereinrichtung 55 als Bilddaten 311 bis 31m abgegeben.

In gleichartiger Weise werden die Bildsignale 401 bis 40m, die von den optischen Sensoranordnungen 41 bis 4m der Lichtaufnahmeeinrichtung 4 erzeugt werden, durch die Verstärker 521 bis 52m verstärkt, danach durch die Analog/Digital-Wandler 541 bis 54m in digitale Daten umgewandelt und schließlich an die Speichereinrichtung 55 als Bilddaten 411 bis 41m abgegeben.

Wie bei der herkömmlichen Ausführungsform weist eine Abstandserfassungsschaltung 6 einen Mikrocomputer auf, der die Entfernung zu dem Ziel oder einem Teil desselben für jedes Meßfenster innerhalb des Gesichtsfelds jedes Paares von Sensoranordnungen 31 und 41, 3i und 4i bzw. 3m und 4m anhand der jeweils in der Speichereinrichtung 55 gespeicherten Bilddaten 311 und 411, 31i und 41i bzw. 31m und 41m für das linke und das rechte Bild berechnet.

In den Fig. 15 bis 18 ist ein einfaches Berechnungsverfahren gezeigt, bei dem weniger Rechenschritte eingesetzt werden. Bei diesem Berechnungsverfahren arbeitet die Abstandserfassungsschaltung 6 mit einer Bewertungsfunktion, die dazu dient, den Abstand zu dem Bild für jedes aus der Mehrzahl von Meßfenstern, die in der Längsrichtung der optischen Sensoranordnungen angeordnet sind, kontinuierlich zu bestimmen.

Wie in der Beschreibungseinleitung bereits ausgeführt ist, wird bei der Ermittlung der Strecken $a_{L1} + a_{R1}$ der Abbildungsposition L_1 und R_1 in der Gleichung (3) zur Berechnung des Abstands zu dem Ziel eine Bewertungsfunktion berechnet, die das Ausmaß der Übereinstimmung zwischen dem rechten und dem linken Bild repräsentiert, und es wird ein Verschiebungswert, der den Wert der Bewertungsfunktion auf ein Minimum bringt, zur Bestimmung von $a_{L1} + a_{R1}$ benutzt.

In Fig. 15 sind mit A (AL, AR) Sensorzeilen bezeichnet, die ein bestimmtes Paar der optischen Sensoranordnungen in den Lichtaufnahmeeinrichtungen 3 und 4 des Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Abstands-Meßgeräts darstellen. Die Sensorbildelemente (und die Daten dieser Bildelemente) in der rechten Sensorzeile AR sind von der Außenseite (der rechten Seite gemäß der Figur) beginnend nach innen mit $SR(0)$, $SR(i)$, ..., $SR(max)$ bezeichnet, während die Sensorbildelemente in der linken Sensorzeile AL von der Innenseite (der Mitte in Fig. 15) beginnend nach links mit $SL(0)$, $SL(i)$, ..., $SL(max)$ bezeichnet sind. Die Werte, die zu jedem Sensorbildelement SR und SL (und den entsprechenden Daten dieser Bildelemente) in Klammern hinzugefügt sind, bezeichnen die Nummer bzw. die Adresse des jeweiligen Sensorbildelements.

Mit WD ($WDR(i)$; $WDL(i)$) ist jeweils ein Paar von Meßfenstern mit gleichem Adreßwert i auf den Sensorzeilen AR bzw. AL bezeichnet, wobei die Meßfenster jeweils eine Breite w von zum Beispiel 20 Bildelementen aufweisen. Die jeweils ganz rechts liegenden Bildelemente innerhalb eines solchen Paares von Meßfenstern sind mit $SR(i)$ bzw. $SL(i)$ bezeichnet, wenn die Verschiebungsstrecke der Meßfenster gleich Null ist.

Bei der Messung von Abständen werden das rechte und das linke Meßfenster jeweils Bildelement für Bildelement sequentiell nach rechts bzw. links zu $WDR(i)$ und $WDL(i)$ verschoben, wie dies in dieser Figur gezeigt ist, und es wird die Bewertungsfunktion gemäß den nachstehenden Erläuterungen berechnet, um die

Verschiebungsstrecken für den Fall zu ermitteln, daß die Bilder auf der rechten und der linken Seite miteinander übereinstimmen (das heißt der Wert der Bewertungsfunktion sein Minimum erreicht).

Mit $WDR(i + 1)$ und $WDL(i + 1)$ ist ein Paar von Meßfenstern bezeichnet, die den Fensteradreßwert $(i + 1)$ aufweisen und jeweils in gleichartiger Weise benachbart zu den Meßfenstern $WDR(i)$ bzw. $WDL(i)$ angeordnet sind. Diejenigen Bildelemente, die in dem Paar von Meßfenstern $WDR(i + 1)$ und $WDL(i + 1)$ rechts außen angeordnet sind, entsprechen den nicht gezeigten Bildelementen $SR(i + 1)$ und $SL(i + 1)$, wenn die Verschiebungsstrecke der Meßfenster gleich Null ist. Somit ist das Einstellintervall zwischen den Meßfenstern WD gleich groß wie dasjenige eines einzelnen Sensors (eines einzelnen Bildelements) auf der Sensorzeile Λ .

In der Nähe der beiden Enden einer Sensorzeile Λ sind keine Meßfenster WD angeordnet, d. h., die den Enden nächstliegenden Meßfenster sind so angeordnet, daß die volle Fensterbreite w noch innerhalb der Sensorzeile Λ bleibt, selbst wenn der Verschiebungswert des jeweiligen Fensters seinen maximalen Wert aufweist.

Ein Verfahren zum Berechnen der Bewertungsfunktion wird nun beschrieben. Wie in Fig. 15 gezeigt ist, wird davon ausgegangen, daß die Abstände in den Richtungen, die einen Winkel θ mit den optischen Achsen AX der Abbildungslinsen 1 und 2 einschließen, unter Verwendung des Paares von Meßfenstern $WDR(i)$ und $WDL(i)$ gemessen werden. Wenn die Verschiebungsstrecke des oder der Meßfenster relativ zu dieser Position (in Bildelementen ausgedrückt) mit j bezeichnet wird und wenn die Breite des oder der Meßfenster (in Bildelementen ausgedrückt) mit w bezeichnet wird, läßt sich die Bewertungsfunktion $f(i, j)$ für den Fensteradreßwert i und die Verschiebungsgröße j in folgender Weise ausdrücken:

$$f(i, j) = |SR(i-j) - SL(i+j)| + |SR(i+1-j) - SL(i+1+j)| + |SR(i+2-j) - SL(i+2+j)| + \vdots + |SR(i+w-1-j) - SL(i+w-1+j)| \quad (8)$$

Wenn ferner die Meßfenster $WDR(i + 1)$ und $WDL(i + 1)$ verwendet werden und wenn die Richtung θ für die Abstandsmessung kontinuierlich um jeweils ein Bildelement verschoben wird (d. h., wenn der Fensteradreßwert von i zu $(i + 1)$ verschoben wird), läßt sich die Bewertungsfunktion $f(i + 1, j)$ in folgender Weise ausdrücken:

$$f(i + 1, j) = |SR(i+1-j) - SL(i+1+j)| + |SR(i+2-j) - SL(i+2+j)| + \vdots + |SR(i+w-1-j) - SL(i+w-1+j)| + |SR(i+w-j) - SL(i+w+j)| \quad (9)$$

Aus den Gleichungen (8) und (9) ergibt sich die nachfolgende Gleichung (10) enthaltene:

$$f(i + 1, j) = f(i, j) - |SR(i-j) - SL(i+j)| + |SR(i+w-j) - SL(i+w+j)| \quad (10)$$

Fig. 16(A) zeigt ein Beispiel für die Beziehung zwischen der Bewertungsfunktion $f(i, j)$ und dem Verschiebungswert j für den Fensteradreßwert i , und Fig. 16(B) zeigt ein Beispiel für die Beziehung zwischen der Bewertungsfunktion $f(i + 1)$ und dem Verschiebungswert j für den Fensteradreßwert $i + 1$. Auf diese Weise können die Bewertungsfunktion für den Fensteradreßwert i , wie sie in Fig. 16(A) gezeigt ist, und die Gleichung (10) dazu benutzt werden, die Bewertungsfunktion für den Fensteradreßwert $(i + 1)$ in einfacher Weise zu berechnen, wie es in Fig. 16(B) gezeigt ist.

Falls somit die Abstände für die Mehrzahl von Meßfenstern in der Längsrichtung der optischen Sensoranordnungen kontinuierlich in der Reihenfolge der Fensteradresse gemessen werden, kann die Gleichung (10) zur Verringerung der Anzahl von erforderlichen Berechnungen herangezogen werden. Die Verschiebungsstrecke, bei der sich die in den Fig. 16(A) und 16(B) gezeigten Bewertungsfunktionen ihr Minimum annehmen, geben die Abbildungsposition an, wobei die Größen $a_{L1} + a_{R1}$ für die Abbildungspositionen in Gleichung (3) tatsächlich durch die gemäß der Darstellung in den Fig. 16(A) und 16(B) erhaltene Verschiebungsstrecke zuzüglich konstanter Werte etwa gemäß einer Temperaturkennlinie und einer Montagetoleranz repräsentiert werden. Diejenige Verschiebungsstrecke, die zu einer minimalen Bewertungsfunktion führt, wird unter Zuhilfenahme einer Interpolation als aktueller Wert festgelegt.

Falls das erfindungsgemäße Abstands-Meßgerät so eingebaut wird, wie es vorstehend erläutert ist und in Fig. 17 gezeigt ist, können kontinuierliche Abstandsinformationen für jede Sensorzeile erhalten werden, wie es in Fig. 18 veranschaulicht ist, in der die horizontale Achse die Fensteradresse bezeichnet und auf der vertikalen Achse die gemessene Strecke bzw. der gemessene Abstand aufgetragen ist.

Es wird erneut auf Fig. 1 Bezug genommen. Die Abstandsinformation, die durch die Abstandserfassungsschaltung 6 ermittelt wurde, wird als ein Abstandssignal bzw. Entfernungssignal 9 an einen Abschnitt 7 zum Herausgreifen einer weißen Linie übertragen.

In den Fig. 2 und 3 sind Ablaufdiagramme gezeigt, in denen die Verarbeitung veranschaulicht ist, anhand derer

der Abschnitt 7 zum Herausgreifen der weißen Linie Daten, die als Kandidaten für eine weiße Linie in Betracht kommen, auf der Grundlage der Abstandsinformation für jede Sensorzeile ermittelt. Mit S1 bis S15 sind die Schritte bei diesem Verfahren bezeichnet. Ferner ist in Fig. 4 ein Beispiel für ein Bild einer weißen Linie BL und eines vorausfahrenden Fahrzeugs 13A dargestellt, das durch die m Sensorzeilen A erfaßt wird, die derart angeordnet sind, daß die Längsrichtung mit der vertikalen Richtung ausgerichtet ist. In Fig. 5 ist ein Beispiel für die Abstände gezeigt, die an der Fensteradresse W_i auf der Sensorzeile A mit der Zeilennummer i (im folgenden als A_i bezeichnet) gemessen werden. Unter Bezugnahme auf die Fig. 4 und 5 werden die Verarbeitungsabläufe gemäß den Fig. 2 und 3 erläutert.

Gemäß Fig. 4 ist jede der m Sensorzeilen A mit den Zeilennummern 1 bis m in den optischen Sensoranordnungen derart angeordnet, daß die Längsrichtung mit der vertikalen Richtung ausgerichtet ist, wobei jede der m Sensorzeilen A Abstandsinformationen enthält, die durch kontinuierliche Bildelementabstände charakterisiert sind, wobei diese Abstandsinformation durch die Abstandserfassungsschaltung 6 ermittelt worden ist. Falls zum Beispiel ein Bild, wie es in Fig. 4 veranschaulicht ist, aufgenommen wird, lassen sich die als Beispiel in Fig. 5 gezeigten Ergebnisse für die Abstandsmessung in der Sensorzeile A_i ermitteln, wobei die horizontale Achse die Fensteradresse W_i (i bezeichnet die Zeilennummer) angibt, während auf der vertikalen Achse die gemessene Entfernung bzw. der gemessene Abstand $L(W_i)$ angegeben ist, der der Fensteradresse W_i entspricht.

In diesem Fall befindet sich die auf der Straßenoberfläche vorhandene, weiße Linie BL auf der Sensorzeile der Sensorzeilennummer i. Wenn angenommen wird, daß sich auf der Straßenoberfläche in der Nähe bzw. vor der weißen Linie ansonsten kein Muster befindet, wird die Fensteradresse, an der der Abstand zu bzw. die Abbildung einer weißen Linie mit einem hohen Kontrast auftritt, im allgemeinen durch die minimale Fensteradresse W_{\min} repräsentiert. In diesem Fall wird der Abstand, der durch das Meßfenster mit der minimalen Fensteradresse W_{\min} gemessen wird, mit $L(W_{\min})$ bezeichnet.

Eine solche Verarbeitung wird für alle Sensorzeilen A_i durchgeführt (i = 1 bis m), und es werden für jede Zeilennummer Daten W_{\min} , $L(W_{\min})$, die als Kandidat für die weiße Linie BL in Betracht kommen, herausgegriffen (Fig. 2, Schritte S1 bis S4).

Nachfolgend wird die zwischen den einzelnen Sensorzeilen vorhandene Korrelation zwischen diesen Daten W_{\min} , $L(W_{\min})$ untersucht, um hierdurch die gesamte weiße Linie BL herauszugreifen bzw. zu ermitteln. Hierzu wird jeder der m Sensorzeilen A_i eine Kennung $f_{BL}(i)$ für eine weiße Linie zugeordnet (das heißt für i = 1 bis m, wenn der Parameter der Zeilennummer gleich i ist) und auf Null initialisiert (Fig. 2, Schritt S5).

Falls tatsächlich eine weiße Linie BL vorhanden ist und falls der Wert i der Zeilennummer um 1, ausgehend von 1, in Richtung auf m inkrementiert wird, müssen sich die minimale Fensteradresse W_{\min} und der entsprechende, gemessene Abstand $L(W_{\min})$, die jeweils gemäß Fig. 4 untersucht werden, aufeinanderfolgend vergrößern. Falls demgegenüber der Wert i um 1, ausgehend von m, in Richtung auf 1 verringert wird, während die Werte W_{\min} und $L(W_{\min})$ untersucht werden, müssen sich diese beiden Werte gleichfalls aufeinanderfolgend vergrößern. Die gemäß dem zuerst beschriebenen Fall ablaufende Ermittlung wird hierbei unter Verwendung der nachstehend angegebenen Beziehung (11) ausgeführt, wie dies durch den in Fig. 3 dargestellten Ablaufplan veranschaulicht ist.

$$L(W_i + 2\min) > L(W_i + 1\min) > (W_{\min}) W_i + 2\min > W_i + 1\min > W_{\min} \quad (11)$$

Falls die vorstehend angegebenen Beziehungen erfüllt sind, wird davon ausgegangen, daß eine weiße Linie auf den Sensorzeilen mit den Zeilennummern i und (i + 1) vorhanden ist, und es werden die Kennungen $f_{BL}(i)$ und $f_{BL}(i + 1)$, die diesen Zeilennummern entsprechen, auf 1 gesetzt (Fig. 3, Schritte S7 und S8). Diese Verarbeitung wird für alle Sensorzeilen ausgeführt (Fig. 3, Schritte S6, S9 und S10).

In dem vorstehend an zweiter Stelle genannten Fall wird die Ermittlung unter Verwendung der nachfolgend angegebenen Beziehung (12) durchgeführt, wie dies durch das in Fig. 3 dargestellte Flußbild veranschaulicht ist.

$$L(W_{i-2\min}) > L(W_{i-1\min}) > L(W_{\min}) W_{i-2\min} > W_{i-1\min} > W_{\min} \quad (12)$$

Falls die vorstehend angegebenen Ungleichheitsbeziehungen erfüllt sind, wird davon ausgegangen, daß eine weiße Linie in den Sensorzeilen mit den Zeilennummern i und (i - 1) vorhanden ist, und es werden die Kennungen $f_{BL}(i)$ und $f_{BL}(i - 1)$, die diesen Zeilennummern entsprechen, auf 1 gesetzt (Fig. 3, Schritte S12 und S13). Diese Verarbeitung wird bezüglich aller Sensorzeilen ausgeführt (Fig. 3, Schritte S11, S14 und S15).

Es wird erneut auf Fig. 1 Bezug genommen. Eine eine weiße Linie repräsentierende Information (Weißlinien-Information) 10, die durch den Abschnitt 7 zur Ermittlung einer weißen Linie in dieser Weise erhalten wurde, wird zu einem Abschnitt 8 zur Ermittlung eines Fahrzeugs übertragen. In den Fig. 6 und 7 sind Flußbilder gezeigt, in denen die Verarbeitung veranschaulicht ist, gemäß der der Abschnitt 8 zur Ermittlung eines Fahrzeugs Daten, die als Fahrzeugkandidaten in Betracht kommen, anhand der Abstandsinformation für jede Sensorzeile ermittelt. Mit S21 bis S37 sind die in den Fig. 6 und 7 gezeigten Schritte bezeichnet. Ferner ist in Fig. 8 ein Ablaufdiagramm gezeigt, in dem eine Verarbeitung veranschaulicht ist, gemäß der der Abschnitt 8 zur Ermittlung eines Fahrzeugs ein Fahrzeug auf der Grundlage der Korrelation zwischen den Sensorzeilen ermittelt. Mit S41 bis S51 sind die in Fig. 8 gezeigten Schritte veranschaulicht.

Fig. 9 veranschaulicht die Erläuterungen zu den Fig. 6 bis 8, während die Fig. 10 bis 14 zur Erläuterung der Fig. 6 und 7 dienen. In Fig. 9 ist ein Beispiel für ein Bild einer weißen Linie und eines vorausfahrenden Fahrzeugs auf einer Straßenoberfläche dargestellt, das durch die m Sensorzeilen in den optischen Sensoranordnungen erfaßt wird, die in einer solchen Weise angeordnet sind, daß die Längsrichtung mit der vertikalen Richtung ausgerichtet ist. Fig. 10 zeigt eine Seitenansicht, in der die Beziehung zwischen dem Abstands-Meßgerät und der Form des rückseitigen Teils eines Fahrzeugs dargestellt ist. In Fig. 11 sind Beispiele für gemessene Abstände für

jede der Fensteradressen auf den Sensorzeilen während der Ermittlung der Position eines Fahrzeugs dargestellt. Fig. 12 zeigt ein Bild einer weißen Linie, eines Musters wie etwa einer Naht oder eines Querstreifens, und eines Fahrzeugs auf einer Straßenoberfläche, das auf der Mehrzahl von Sensorzeilen abgebildet bzw. durch diese erfaßt ist. Fig. 13 zeigt ein Beispiel für gemessene Abstände und Straßenoberflächengleichungen bzw. -funktionen für jede der Fensteradressen auf den Sensorzeilen, auf denen das Bild einer Straßenoberfläche und eines Fahrzeugs abgebildet ist. In Fig. 14 ist eine Darstellung gezeigt, die die Beziehung zwischen dem Abstands-Meßgerät und einer Straßenoberfläche sowie einer Fahrzeußerfassungs-Straßenoberfläche veranschaulicht.

Unter Bezugnahme auf die Fig. 9 bis 14 wird nachfolgend die anhand der Fig. 6 bis 8 bereits erläuterte Arbeitsweise des Abschnitts 8 zur Ermittlung eines Fahrzeugs näher beschrieben.

Zunächst wird für jede derjenigen Sensorzeilen, bei denen die Kennung $f_{BL}(i)$ gleich Null ist (das heißt für diejenigen Sensorzeilen, in denen keine weiße Linie erfaßt worden ist), was anhand des in Fig. 6 gezeigten Ablaufdiagramms bereits veranschaulicht ist, ermittelt, ob Abstandsdaten, die als Kandidat für ein Fahrzeug in Betracht kommen, in dieser Sensorzeile vorhanden sind.

Falls in der Sensorzeile mit der Zeilennummer i keine weiße Linie vorhanden ist (Fig. 6, Schritt S22, Verzweigung Ja), kann davon ausgegangen werden, daß die Daten an der minimalen Fensteradresse $W_{i\min}$ in dieser Sensorzeile und der entsprechende, gemessene Abstand $L(W_{i\min})$ den Abstand zu einem erfaßten Muster auf einer Straßenoberfläche angeben, das keine weiße Linie ist, etwa ein Teil eines Fahrzeugs oder der untere Rand einer Fahrzeugkarosserie.

Diese Daten werden nachfolgend dadurch identifiziert, daß ermittelt wird, ob im wesentlichen der gleiche Abstand wie der gemessene Abstand $L(W_{i\min})$ (in diesem Fall ein Abstand im Bereich von $L(W_{i\min}) \pm \Delta L(\text{Fahrzeug})$), jedoch unter Berücksichtigung des Fahrzeuglängenfehlers $\Delta L(\text{Fahrzeug})$, siehe die nachstehend beschriebene Gleichung (14), in dem Meßfenster mit der Fensteradresse $W_{i\text{oben}}$ oder einer noch höheren Adresse vorhanden ist, d. h. einer Fensteradresse, die um eine gewisse Anzahl von Adressen auf der Sensorzeile mit der Nummer i höher ist (Elevation) als die minimale Fensteradresse W_i (Fig. 6, Schritt S23 und S24).

Der Grund für die vorstehend angegebene Ermittlung ist nachfolgend erläutert: da ein Hindernis wie etwa ein Fahrzeug eine gewisse Höhe, gemessen rechtwinklig zu der Straßenoberfläche, aufweist, wie dies in den Fig. 9 und 10 gezeigt ist, tritt praktisch der gleiche Abstand $L(W_{i\text{oben}})$ wie der gemessene Abstand $L(W_{i\min})$ an einer Fensteradresse $W_{i\text{oben}}$ auf, die um einen Abstand, der der minimalen Höhe des Fahrzeugs entspricht, oberhalb der minimalen Fensteradresse $W_{i\min}$ liegt. Falls im Gegensatz hierzu kein Fahrzeug bei dem gemessenen Abstand $L(W_{i\min})$ vorhanden ist, ist der gemessene Abstand $L(W_{i\text{oben}})$ in Fig. 10 bei der Fensteradresse $W_{i\text{oben}}$, die um ein Maß entsprechend der minimalen Höhe des Fahrzeugs größer ist als die minimale Fensteradresse $W_{i\min}$, größer. Folglich ist die Beziehung $L(W_{i\min}) \approx L(W_{i\text{oben}})$ nicht erfüllt.

In Fig. 11 ist ein Beispiel für die Beziehung zwischen dem gemessenen Abstand $L(W_i)$ und jeder Fensteradresse W_i einschließlich der Fensteradressen $W_{i\text{oben}}$, die größer sind als die als Startpunkt dienende minimale Fensteradresse $W_{i\min}$, für den Fall dargestellt, daß ermittelt wird, daß ein als Fahrzeugkandidat in Betracht kommendes Hindernis in dem gemessenen Abstand $L(W_{i\min})$ vorhanden ist.

Im folgenden sind die Gleichungen (13) und (14) für die Fensteradresse $W_{i\text{oben}}$ und für den Fahrzeuglängenfehler bzw. der Fahrzeughöhentoleranz $\Delta L(\text{Fahrzeug})$, die mit der vorstehend erläuterten, anhand des in Fig. 6 gezeigten Ablaufdiagramms beschriebenen Ermittlung in Beziehung stehen, veranschaulicht.

$$W_{i\text{oben}} = W_{i\min} + \Delta W_{i\text{oben}} \quad (13)$$

In dieser Gleichung bezeichnen:

$$\Delta W_{i\text{oben}} = [H \cdot f / (p \cdot L(W_{i\min}))] + w,$$

H : die minimale Höhe mit einem an der unteren Seite vorgesehenen Rand- oder Toleranzbereich (siehe Fig. 10),
 f : Brennweite der Linse,
 p : Bildelementabstand in der Sensoranordnung, und
 w : Breite des Meßfensters, in Bildelementen (Pixeln) ausgedrückt.

$$\Delta L(\text{Fahrzeug}) = \Delta L_{\text{konk}} + (p/B \cdot f) \cdot \Delta A F \cdot [L(W_{i\min})]^2 \quad (14)$$

In dieser Gleichung bezeichnen:

$\Delta A F$: den (vertikalen) Fehler bei der Abbildungsposition auf der Sensoranordnung,

B : den Abstand zwischen den optischen Achsen, und

ΔL_{konk} : die konkaven und konvexen Abschnitte bei Betrachtung von der Seite des Fahrzeugs hier gesehen (siehe Fig. 10).

Der zweite Ausdruck auf der rechten Seite der Gleichung 14 bezeichnet einen Fehler, der durch Herstellungsabweichungen bei den optischen Sensoranordnungen hervorgerufen wird.

Wenn die Daten an der minimalen Fensteradresse $W_{i\min}$ und der gemessene Abstand $L(W_{i\min})$ für das unterste Bild bzw. den unteren Bildrand einer Sensorzeile, in der keine weiße Linie vorhanden ist, als Daten für einen Fahrzeugkandidaten eingestuft werden (Fig. 6, Schritt S24, Verzweigung Ja), wird festgelegt, daß die Sensorzeile der Nummer i einen Fahrzeugkandidaten angibt bzw. enthält, und es wird der Abstand $L(W_{i\min})$ zu dem Fahrzeug in der Zeile mit der Nummer i derart modifiziert, daß gilt: $L_{\text{Fahrzeug}}(i) = L(W_{i\min})$ (Fig. 7, Schritt S27). Diese Verarbeitung wird hinsichtlich aller Sensorzeilen, in denen keine weiße Linie vorhanden ist,

durchgeführt (Fig. 7, Schritte S2B und S29).

Wenn andererseits ermittelt oder bestimmt wird, daß die Daten von W_{\min} und $L(W_{\min})$ für das unterste Bild bzw. den untersten Bildteil einer Sensorzeile, in der die weiße Linie nicht vorhanden ist, keine einen Fahrzeugkandidaten repräsentierende Daten sind, sondern ein Muster RP wie etwa eine Naht oder eine Fuge auf der Straßenoberfläche angegeben, wie es in Fig. 12 gezeigt ist (Fig. 6, Schritt S24, Verzweigung Nein), wird unter Heranziehung der nachstehend angegebenen Gleichung (15) eine Straßenoberflächenfunktion $f_{\text{Straße}}(W_i)$, die eine Entfernung auf der Straßenoberfläche unter Heranziehung der Fensteradresse W_i auf der Sensorzeile mit der Nummer i als Variable ausdrückt, wie dies in Fig. 13 durch die dünne, gekrümmte Linie veranschaulicht ist, bestimmt (Fig. 7, Schritt S31):

$$f_{\text{Straße}}(W_i) = H_0 / [f(W_i) + \tan(\theta_{\text{Straße}})] \quad (15)$$

In dieser Gleichung bezeichnen:

$$f(W_i) = \tan(\theta_{\text{Anbringung}} + \tan^{-1}((W_{\text{icen}} - W_i) \cdot p/f))$$

$\theta_{\text{Anbringung}}$: Elevation der Sensoranbringung (siehe Fig. 14),

W_{icen} : Fensteradresse in der Mitte der Sensorzeile der Nummer i ,

H_0 : Höhe der Anordnung des Abstands-Meßgeräts über der Straßenoberfläche (siehe Fig. 14), und

$\theta_{\text{Straße}}$: Winkel der Straßenoberfläche.

Der Winkel $\theta_{\text{Straße}}$ ist durch die nachstehend angegebene Gleichung ausgedrückt (siehe Fig. 14):

$$\theta_{\text{Straße}} = \tan^{-1}[(H_0/L(W_{\min})) - \tan(\theta_{\text{wimin}})]$$

Darin ist θ_{wimin} ein Winkel der Richtung, in der der Abstand bezüglich der minimalen Fensteradresse W_{\min} relativ zu der horizontalen Richtung gemessen wird. Dieser Winkel läßt sich wie folgt ausdrücken:

$$\theta_{\text{wimin}} = \theta_{\text{Anbringung}} + \tan^{-1}((W_{\text{icen}} - W_{\min}) \cdot p/f)$$

Die durch die Gleichung (15) gegebene Straßenoberflächenfunktion $f_{\text{Straße}}(W_i)$ wird zur Erzeugung einer zur Ermittlung eines Fahrzeugs dienenden Straßenoberflächenfunktion $f_{\text{dete}}(W_i)$ benutzt (Fig. 7, Schritt S32). Diese zur Fahrzeugermittlung dienende Straßenoberflächenfunktion läßt sich durch die nachstehend angegebene Gleichung (16) beschreiben.

$$f_{\text{dete}}(W_i) = H_0 / [f(W_i) + \tan(\theta_{\text{dete}})] \quad (16)$$

In dieser Gleichung ist $\theta_{\text{dete}} = \theta_{\text{Straße}} + \beta$ ein Straßenoberflächenwinkel für die Fahrzeugermittlung (β bezeichnet eine Konstante).

Die bei der Fahrzeugermittlung herangezogene Straßenoberflächenfunktion $f_{\text{dete}}(W_i)$ ist in Fig. 13 mit einer dicken, gekrümmten Linie veranschaulicht und wird zur Erfassung eines Fahrzeugs unter Annahme einer imaginären Straßenoberfläche verwendet, die eine Steigung mit dem Winkel β relativ zu dem tatsächlichen Winkel der Straßenoberfläche aufweist. Diese imaginäre Straßenoberfläche (das heißt die bei der Fahrzeugermittlung benutzte Straßenoberfläche) ist in Fig. 14 durch die gepunktete Linie veranschaulicht. Die Fensteradresse W'_{\min} , die die zur Fahrzeugermittlung ausgewertete Straßenoberfläche kreuzt, ist in den Fig. 13 und 14 dargestellt und läßt sich als die minimale Fensteradresse festlegen, die die Gleichung (17) erfüllt, wenn der gemessene Abstand für jede Fensteradresse W_i mit $L(W_i)$ bezeichnet wird. Zur gleichen Zeit kann ein Abstand $L(W'_{\min})$ an der minimalen Fensteradresse ermittelt werden (Fig. 7, Schritt S33).

$$f_{\text{dete}}(W_i) \geq L(W_i) \quad (17)$$

Von den Daten an der Fensteradresse W'_{\min} kann angenommen werden, daß sie ein bestimmtes Hindernis rechtwinklig zu der Straßenoberfläche anzeigen. Es wird dann überprüft, ob dieses Hindernis ein Fahrzeugkandidat ist. Die Fensteradresse, an der der Abstand in der Straßenoberflächenfunktion $f_{\text{Straße}}(W_i)$ (das heißt bei der in Fig. 13 gezeigten, dünnen gekrümmten Linie) gleich $L(W'_{\min})$ ist, wird ermittelt und als W_{unten} bezeichnet. Der Wert W_{unten} und $L(W'_{\min})$ werden zur Ermittlung der Fensteradresse W_{oben} benutzt. Dies läßt sich wie bei Gleichung (13) anhand der nachfolgend angegebenen Gleichung (18) ermitteln:

$$W_{\text{oben}} = W_{\text{unten}} + \Delta W_{\text{oben}} \quad (18)$$

In dieser Gleichung ist ΔW_{oben} gleich

$$\Delta W_{\text{oben}} = [H \cdot f(p \cdot L(W'_{\min}))] + w$$

Wie in Fig. 14 gezeigt ist, bezeichnet W_{unten} die Fensteradresse für das untere Ende des Fahrzeugs, wohingegen W_{oben} die Fensteradresse für den oberen Teil des Fahrzeugs bezeichnet. Wie vorstehend erläutert, kann dann, wenn ein gemessener Abstand, der in dem Bereich $L(W'_{\min}) \pm \Delta L(\text{Fahrzeug})$ liegt, an der Adresse W_{oben} oder einer höheren Adresse, die um eine gewisse Höhe liegt als das untere Ende des Fahrzeugs, vorhanden ist, angenommen werden, daß die Sensorzeile mit der Nummer i das Fahrzeug bzw. einen Fahrzeug-

teil enthält. $\Delta L(\text{Fahrzeug})$ kann ermittelt werden, indem $L(W_{i\min}) = L(W_i'_{\min})$ in der Gleichung (14) verwendet wird (Fig. 7, Schritte S34 bis S36).

Wenn somit auf diese Weise bestimmt wird, daß $W_i'_{\min}$ eine Fensteradresse für einen Fahrzeugkandidaten darstellt, wird beurteilt, daß die Sensorzeile Nummer i das Fahrzeug bzw. einen Teil des Fahrzeugabbildes enthält, so daß es möglich ist, den Abstand zu dem Fahrzeug bei der Sensorzeile mit der Nummer i wie folgt festzulegen: $L\text{Fahrzeug}(i) = L(W_i'_{\min})$ (Fig. 7, Schritt S37). Die in den Schritten S31 bis S37 gezeigte Verarbeitung wird für alle als Fahrzeugkandidat in Betracht kommende Sensorzeilen ausgeführt (Fig. 7, Schritte S28 und S29).

Sobald der als Kandidat des Abstands zu dem Fahrzeug $L\text{Fahrzeug}(i)$ in Betracht kommende Wert für jede Sensorzeile bei den in der Fig. 7 gezeigten Schritten S27 und S37 in der vorstehend erläuterten Weise ermittelt worden ist, wird die in Fig. 8 gezeigte Verarbeitung ausgeführt, um hierdurch die Position des Fahrzeugs unter Heranziehung der zwischen den Zeilen vorhandenen Korrelation zu extrahieren bzw. zu ermitteln. Nachfolgend wird der in Fig. 8 dargestellte Ablauf erläutert.

Zunächst werden die minimalen Daten der Größe $L\text{Fahrzeug}(i)$ mit $L\text{DET}$ bezeichnet (Fig. 8, Schritte S41 und S42). Der Wert von $\Delta L\text{DET}$ wird unter Heranziehung der nachfolgend angegebenen Gleichung (19) ermittelt, und es werden der minimale Wert $L_{\min L\text{DET}}$ und der maximale Wert $L_{\max L\text{DET}}$ für die Anzahl von Zeilen, die in dem Bild des Fahrzeugs vorhanden sind, unter Verwendung der nachfolgend angegebenen Gleichungen (20) und (21) ermittelt (Fig. 8, Schritt S43):

$$\Delta L\text{DET} = (p/B \cdot f) \cdot \Delta A F \cdot (L\text{DET})^2 \quad (19)$$

$$L_{\min L\text{DET}} = \text{FAHRZEUGBREITE}_{\min} \cdot f / (L\text{DET} \cdot LP) \quad (20)$$

$$L_{\max L\text{DET}} = \text{FAHRZEUGBREITE}_{\max} \cdot f / (L\text{DET} \cdot LP) \quad (21)$$

In diesen Gleichungen bezeichnet $\text{FAHRZEUGBREITE}_{\min}$ die minimale Breite des Fahrzeugs, während $\text{FAHRZEUGBREITE}_{\max}$ die maximale Breite des Fahrzeugs bezeichnet und mit LP der Abstand bzw. Teilungsabstand zwischen den Zeilen der Sensoranordnungen bezeichnet ist.

Die Daten bezüglich $L\text{Fahrzeug}(i)$ innerhalb des Bereichs des Abstands $L\text{DET} \pm \Delta L\text{DET}$ werden dann zur Bezeichnung eines Fahrzeugs festgelegt, wobei in diesem Fall die minimale und die maximale Anzahl von Zeilen, die diese Bedingungen erfüllen, jeweils mit $L\#_{\min}$ bzw. $L\#_{\max}$ bezeichnet werden (Fig. 8, Schritte S44 und S45).

Falls die Werte von $L\#_{\min}$ und $L\#_{\max}$ sowie die Gleichungen (19) bis (21) die Bedingungen gemäß der nachfolgend angegebenen Gleichung (22) erfüllen (Fig. 8, Schritt S46, Verzweigung Ja), wird festgelegt, daß diese Daten das Fahrzeug angeben, da sie die Bedingungen für ein Fahrzeug erfüllen. Der durchschnittliche Wert von $L\text{Fahrzeug}(i)$ in den Sensorzeilen, die diese Bedingungen erfüllen, wird als der Abstand zwischen den Fahrzeugen bzw. als DISTFahrzeug (im folgenden auch als "DV" bezeichnet) bezeichnet (Fig. 8, Schritt S47).

$$L_{\min L\text{DET}} \leq L\#_{\max} - L\#_{\min} + 1 \leq L_{\max L\text{DET}} \quad (22)$$

Die Richtung des Fahrzeugs wird als WINKELFahrzeug bezeichnet und wird unter Heranziehung der nachfolgend angegebenen Gleichung (23) berechnet (Fig. 8, Schritt S48).

$$\text{WINKELFahrzeuge} = \tan^{-1} [p \cdot (\text{linepos} - \text{linecent}) / f] \quad (23)$$

In dieser Gleichung bezeichnen

$$\begin{aligned} \text{linepos} &= (L\#_{\max} + L\#_{\min}) / 2 \\ \text{linecent} &= (1 + m) / 2 \end{aligned}$$

Falls das Fahrzeug 13 auf der Sensorzeile Λ mit einer zentralen bzw. mittleren Zeilennummer vorhanden bzw. abgebildet ist, ist gemäß Fig. 9 die Richtung des Fahrzeugs WINKELFahrzeug gleich 0° . Falls das Fahrzeug 13 auf einer Sensorzeile Λ mit einer Zeilennummer vorhanden ist, die näher bei m liegt, wird die Richtung des Fahrzeugs WINKELFahrzeug mit (+) positiv ausgedrückt. Falls das Fahrzeug 13 auf einer Sensorzeile vorhanden bzw. abgebildet ist, die eine Zeilennummer aufweist, die näher bei 1 liegt, wird die Richtung des Fahrzeugs WINKELFahrzeug mit einem (-) negative ausgedrückt.

Falls die Daten beim Schritt S46 in Fig. 8 so eingestuft werden, daß sie kein Fahrzeug bezeichnen (Verzweigung Nein), werden die nächst kleineren Daten von $L\text{Fahrzeug}(i)$ als $L\text{DET}$ festgelegt, und es wird der gleiche Ablauf, wie vorstehend beschrieben, zur Durchführung einer Festlegung ausgeführt. In dieser Weise werden jeweils die nächst kleineren Daten von $L\text{Fahrzeug}(i)$ aufeinanderfolgend als $L\text{DET}$ festgelegt, und es wird die gleiche Beurteilung zur Ermittlung der Position des Fahrzeugs so lange ausgeführt, bis die Position des Fahrzeugs ermittelt worden ist (Fig. 8, Schritte S49 bis S51).

Wie vorstehend erläutert, können durch den Abschnitt 8 zur Ermittlung des Fahrzeugs, und somit durch das Abstands-Meßgerät 12, Informationen 11 bezüglich des Abstands zwischen den Fahrzeugen und der Fahrzeugrichtung ausgegeben werden.

Bei dem vorstehend beschriebenen ersten Ausführungsbeispiel werden der Abstand zwischen den Fahrzeugen bezüglich eines vorausfahrenden oder eines nachfolgenden Fahrzeugs sowie dessen Richtung ermittelt.

Unter Bezugnahme auf die Fig. 19 bis 22 wird nachfolgend ein weiteres Ausführungsbeispiel der vorliegenden

Erfindung in Verbindung mit einer Alarmeinrichtung beschrieben, die die vorstehend angesprochenen Informationen wirksam zur Erzeugung eines Alarms ausnutzt.

In Fig. 19 ist eine Seitenansicht dargestellt, in der ein erstes Fahrzeug und ein zweites, dem ersten Fahrzeug nachfolgendes Fahrzeug gezeigt sind, wobei diese zur Veranschaulichung einer ersten Ausführungsform dieses zweiten Ausführungsbeispiels dienen. In Fig. 20 sind die Verbindungen oder Schaltzustände bei einer in dem ersten Fahrzeug vorhandenen Alarmeinrichtung dargestellt. Das Abstands-Meßgerät 12, bei dem es sich um ein solches des voranstehend beschriebenen Ausführungsbeispiels handeln kann, ist an der Rückseite des ersten Fahrzeugs 15 angebracht und dient zur Messung mindestens des Abstands DV zu dem nachfolgenden Fahrzeug 13B. Das Abstands-Meßgerät 12 ist mit einem Alarmbestimmungsabschnitt 16 verbunden und dient zur Abgabe des den Abstand zwischen den Fahrzeugen angegebenden Signals DV an diesen Abschnitt 16.

Der Alarmbestimmungsabschnitt 16 ist mit einem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 17 verbunden und dazu ausgelegt, wiederholt Befehle 19 zum Einschalten und Ausschalten eines Schalters 20, der parallel zu einem Bremsschalter in dem Fahrzeug geschaltet ist, an diesen Schalter 20 lediglich dann anzulegen, wenn das nachfolgende Fahrzeug einen Sicherheitsabstand zwischen den Fahrzeugen unterschreitet, der in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit des ersten Fahrzeugs und der relativen Geschwindigkeit bestimmt wird und auf der Grundlage eines von dem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 17 erzeugten Fahrzeuggeschwindigkeitssignals 18, dem zwischen den Fahrzeugen vorhandenen Abstand DV und der Gleichung (7) berechnet wird, die in der Beschreibungseinleitung angegeben ist.

Selbst wenn der Fahrer des ersten Fahrzeugs die Bremsen nicht betätigt und der Bremsschalter 21 nicht eingeschaltet worden ist, wird somit das Bremslicht 22 zum blinkenden Aufleuchten gebracht, um hierdurch die Aufmerksamkeit des Fahrers des nachfolgenden Fahrzeugs 13B zu erregen bzw. diesen zu warnen.

In Fig. 21 ist eine Seitenansicht eines ersten und eines zweiten, dem ersten Fahrzeug nachfolgenden Fahrzeugs zur Veranschaulichung einer zweiten Ausführungsform des zweiten Ausführungsbeispiels dargestellt. Fig. 22 zeigt die Verbindungen oder Schaltzustände in einer in dem ersten Fahrzeug vorhandenen Alarmeinrichtung. Diese Ausführungsform unterscheidet sich von der ersten Ausführungsform dahingehend, daß als Warnlicht zum Warnen des nachfolgenden Fahrzeugs ein anderes Licht bzw. eine Leuchte 23 als das Bremslicht 22 vorgesehen ist. Der Alarmbestimmungsabschnitt 16 gibt Einschalt- und Ausschaltbefehle an einen Schalter 24 ab, der das Licht 23 ein- und ausschalten kann. Diese Ausgestaltung ermöglicht eine Warnung bzw. einen Hinweis an das nachfolgende Fahrzeug, indem das zusätzliche Licht 23 unabhängig davon, ob der Fahrer die Bremsen betätigt, blinkend zum Aufleuchten gebracht wird.

Bei den vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen ist eine Mehrzahl von Meßfenstern in jeder der Sensorzeilen in einer Mehrzahl von Sensoranordnungen (Sensor-Arrays) in einer solchen Weise angeordnet, daß die longitudinale Richtung bzw. Längsrichtung im wesentlichen mit der vertikalen Richtung ausgerichtet ist. Die Abstandsinformation (für eine Mehrzahl von Koordinaten an aufeinanderfolgenden Adressen) wird für jedes Meßfenster zur Erfassung von Sensorzeilen, in denen eine weiße Linie vorhanden ist, unter Heranziehung der Abstandsinformation berechnet, und es wird die Position eines Fahrzeugs aus der Abstandsinformation hinsichtlich derjenigen Sensorzeilen herausgegriffen, in denen die weiße Linie nicht vorhanden ist, um hierdurch den zwischen den Fahrzeugen vorhandenen Abstand sowie die Richtung des Fahrzeugs zu berechnen.

Bei der Erfassung von Sensorzeilen, die die weiße Linie enthalten, und bei dem Herausgreifen bzw. der Ermittlung der Position eines Fahrzeugs werden Kandidatendaten innerhalb jeder Sensorzeile ausgewählt, bevor die Korrelation zwischen den Sensorzeilen untersucht wird. Somit muß lediglich eine minimale Informationsmenge verarbeitet werden und es kann die Verarbeitung prompt und rasch ausgeführt werden.

Da ferner die Mehrzahl von Meßfenstern in jeder Sensorzeile mit jeweils den Bildelementen entsprechenden Intervallen bzw. Abständen angeordnet sind oder werden, kann auch ein weit entfernt befindliches Fahrzeug durch jedes beliebige Meßfenster zuverlässig erfaßt werden.

Da weiterhin andere Sensorzeilen als diejenigen, die eine weiße Linie enthalten, benutzt werden, werden lediglich Fahrzeuge in der gleichen Fahrspur (das heißt diejenigen Objekte (Fahrzeuge), die zu warnen sind) zuverlässig erfaßt, wodurch die Zuverlässigkeit der Alarmerzeugung erhöht wird und die Verarbeitungszeit reduziert wird, da diejenigen Sensorzeilen, die die weiße Linie enthalten, nicht zur Ermittlung der Position des Fahrzeugs herangezogen werden.

Die vorliegende Erfindung schafft somit ein Abstands-Meßgerät, das zuverlässige Daten bereitstellt, die einfach zu verarbeiten sind. Hierdurch werden die Verarbeitungszeit und die Kosten verringert, ohne daß eine Notwendigkeit hinsichtlich teurer Verarbeitungsschaltungen besteht.

Ferner kann bei dem erfindungsgemäßen Abstands-Meßgerät die Entfernung zu einem nachfolgenden Wagen gemessen werden, damit dieser durch Aufleuchtenlassen der Bremslichter oder anderer Leuchten gewarnt werden kann, falls er in einen gefährlichen Abstandsbereich gelangt, das heißt den Sicherheitsabstand unterschreitet.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren läßt sich ein Alarm ohne Störung oder Belastung des Fahrers, wie es bei akustischen Alarmen der Fall wäre, erreichen und es kann eine für den Fahrer akzeptable Sicherheitseinrichtung bereitgestellt werden, wodurch die Häufigkeit des Auftretens von Verkehrsunfällen verringert werden kann.

Patentansprüche

1. Gerät zur Messung des Abstands zwischen Fahrzeugen, mit einem Paar Lichtaufnahmeeinrichtungen (3, 4), die m optische Sensoranordnungen (31 bis 3m, 41 bis 4m), die parallel zueinander mit vorgegebenen Abständen derart angeordnet sind, daß ihre Längsrichtung im wesentlichen mit der vertikalen Richtung ausgerichtet ist, umfassen und in der Längsrichtung der optischen Sensoranordnungen auf Abbildungsob-

flächen entsprechend einem Paar paralleler optischer Achsen (AX) eines optischen Systems (1, 2) angeordnet sind, wobei das Gerät den Abstand (DV) zu einem vorausfahrenden Fahrzeug (13A) oder einem nachfolgenden Fahrzeug (13B) unter Heranziehung von Bilddaten (311 bis 31m, 411 bis 41m) ermittelt, die von den optischen Sensoranordnungen in den Lichtaufnahmeeinrichtungen erzeugt werden, gekennzeichnet durch

5 eine Abstandserfassungseinrichtung (6) zur Erfassung der für $m \times n$ Punkte gemessenen Abstände unter Verwendung von Meßfenstern (WD), die bezüglich jeder von m Sensorzeilen, die durch Zeilen der optischen Sensoranordnungen gebildet sind, festgelegt werden, wobei die Koordinaten der Punkte jeweils durch die Sensorzeilennummern und die Meßfensteradressen festgelegt sind,

10 eine Einrichtung (7) zur Erfassung einer weißen Linie, die unter Heranziehung der von der Abstandserfassungseinrichtung (6) erhaltenen Erfassungsergebnisse zur Erfassung, unter den m Sensorzeilen, einer Sensorzeile ausgelegt ist, in der ein Bild einer auf der Oberfläche einer von dem Fahrzeug befahrenen Straße vorhandenen weißen Linie (BL) enthalten ist, und

15 eine Fahrzeußerfassungseinrichtung (8), die unter Heranziehung derjenigen von der Abstandserfassungseinrichtung (6) erhaltenen Erfassungsergebnisse, die sich auf Sensorzeilen beziehen, in denen entsprechend den von der Einrichtung (7) zur Erfassung einer weißen Linie erzielten Erfassungsergebnissen kein Bild einer weißen Linie vorhanden ist, ausgelegt ist, um das Vorhandensein eines Fahrzeugs zu überprüfen und mindestens den Abstand zu einem erfaßten Fahrzeug zu erfassen.

2. Gerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das für die Meßfenster (WD) in den Sensorzeilen festgelegte Intervall gleich groß ist wie das Intervall zwischen den in den Sensoranordnungen (3A, 4A) vorhandenen optischen Sensoren.

3. Gerät nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die zur Erfassung einer weißen Linie dienende Einrichtung (7) eine weiße Linie dadurch erfaßt, daß sie die in den Sensorzeilen vorhandene Korrelation zwischen einem Meßabstand ($L(W_{imin})$), bei dem das Meßfenster an der niedrigsten Position von allen an den Sensorzeilen erfaßten Meßabständen ($L(W_i)$) angeordnet ist, und der Adresse dieses Meßfensters untersucht.

4. Gerät nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Fahrzeußerfassungseinrichtung (8) bezüglich aller derjenigen Sensorzeilen, in denen kein Bild einer weißen Linie vorhanden ist, aus den bezüglich der Sensorzeilen erfaßten, gemessenen Abständen den als nächsten gemessenen Abstand einzustufenden Meßabstand, bei dem ein Meßfenster an der untersten Position angeordnet ist, sowie einen Meßabstand für ein Meßfenster benutzt, das an einer Adresse liegt, die mindestens um eine Anzahl von Adressen (ΔW_{oben}), die der Höhe eines möglicherweise bei dem nächsten gemessenen Abstand vorhandenen Fahrzeugs entspricht, größer ist als die als Startpunkt-Fensteradresse dienende Adresse des Meßfensters mit dem nächsten gemessenen Abstand, um hierdurch zu ermitteln, ob der nächste gemessene Abstand einem Fahrzeugkandidaten oder einer Straßenoberfläche entspricht, und die Fahrzeußerfassungseinrichtung (8) dann, wenn der nächste gemessene Abstand einem Fahrzeugkandidaten entspricht, diesen nächsten gemessenen Abstand für die Verwendung als eine Fahrzeugkandidatabstand und die zugehörigen Sensorzeilen für die Verwendung als Fahrzeußerfassungskandidaten-Sensorzeilen festlegt,

40 daß die Fahrzeußerfassungseinrichtung (8) dann, wenn der nächste gemessene Abstand einer Straßenoberfläche entspricht, die Beziehung zwischen der Adresse jedes höheren Meßfensters auf der Grundlage der Startpunkt-Fensteradresse und dem für diese Adresse erwarteten Abstand zu der Straßenoberfläche berechnet und den berechneten Abstand zu der erwarteten Straßenoberfläche mit dem entsprechenden, gemessenen Abstand vergleicht, um hierdurch zu ermitteln, ob ein Fahrzeugkandidat in einer Entfernung, die größer ist als der nächste gemessene Abstand, vorhanden ist und, falls dies der Fall ist, den gemessenen Abstand für den Fahrzeugkandidaten für den Einsatz als Fahrzeugkandidatabstand und die zugehörigen Sensorzeilen als Fahrzeußerfassungskandidaten-Sensorzeilen festlegt, und

45 daß die Fahrzeußerfassungseinrichtung (8) überprüft, ob der Unterschied zwischen der maximalen und der minimalen Anzahl von Fahrzeußerfassungskandidaten-Sensorzeilen der Breite eines möglicherweise in dem Fahrzeugkandidatabstand vorhandenen Fahrzeugs entspricht, um hierdurch festzulegen, daß der Fahrzeugkandidat tatsächlich ein Fahrzeug ist.

5. Gerät zur Messung des Abstands zwischen Fahrzeugen, mit einem Paar Lichtempfangseinrichtungen (3, 4), die eine oder mehrere optische, parallel zueinander mit einem bestimmten Abstand angeordnete Sensoranordnungen aufweisen und in der Längsrichtung der optischen Sensoranordnungen auf Abbildungsflächen entsprechend einem Paar von parallelen optischen Achsen (AX) eines optischen Systems (1, 2) angeordnet sind, wobei das Gerät den Abstand (DV) zu einem nachfolgenden Fahrzeug (13B) unter Heranziehung von Bilddaten ermittelt, die von den optischen Sensoranordnungen in den Lichtaufnahmeeinrichtungen (3, 4) erzeugt werden, gekennzeichnet durch eine Alarmerzeugungsbestimmungseinrichtung (16) zur Ermittlung einer gefährlichen Annäherung des nachfolgenden Fahrzeugs (13B) auf der Grundlage des zu dem nachfolgenden Fahrzeug (13B) vorhandenen Abstands und der Geschwindigkeit des mit dem Gerät ausgestatteten Fahrzeugs, und zur Abgabe einer auf den Gefährzustand hinweisenden Information an das nachfolgende Fahrzeug (13B), indem ein oder mehrere Lichter (22, 23) des mit dem Gerät ausgestatteten Fahrzeugs zum Aufleuchten gebracht werden.

6. Gerät nach einem der Ansprüche 1 bis 4, gekennzeichnet durch eine Alarmerzeugungsbestimmungseinrichtung (16) zur Ermittlung einer gefährlichen Annäherung des nachfolgenden Fahrzeugs (13B) auf der Grundlage des zu dem nachfolgenden Fahrzeug (13B) vorhandenen Abstands und der Geschwindigkeit des mit dem Gerät ausgestatteten Fahrzeugs, und zur Abgabe einer auf den Gefährzustand hinweisenden Information an das nachfolgende Fahrzeug (13B), indem ein oder mehrere Lichter (22, 23) des mit dem

Gerät ausgestatteten Fahrzeugs zum Aufleuchten gebracht werden.

7. Gerät nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Alarmerzeugungsbestimmungseinrichtung (16) Einschalt- und Ausschalt-Signale für einen Schalter (20) erzeugt, der parallel zu einem Bremsschalter (21) geschaltet ist, der von dem Fahrer zum Aufleuchtenlassen der Bremslichter (22) betätigbar ist.

8. Gerät nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Alarmerzeugungsbestimmungseinrichtung (16) Einschalt- und Ausschalt-Signale für einen Schalter (24) zum vorzugsweise blinkenden Aufleuchtenlassen eines Lichts (23) erzeugt, das sich von dem Bremslicht (22) unterscheidet und an einer von dem Fahrer des nachfolgenden Fahrzeugs (13B) leicht wahrnehmbaren Position angeordnet ist.

Hierzu 21 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig. 1

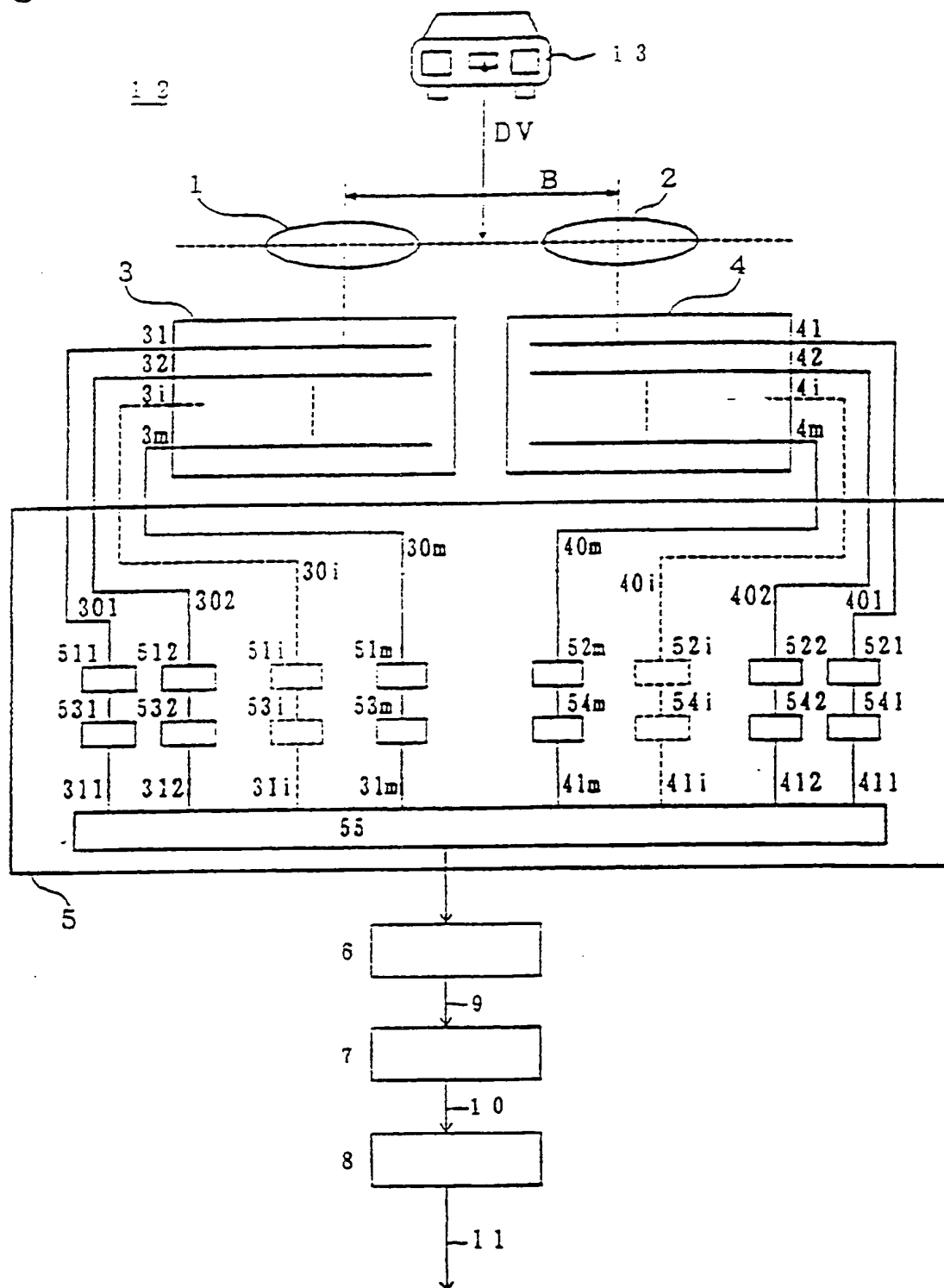


Fig. 2

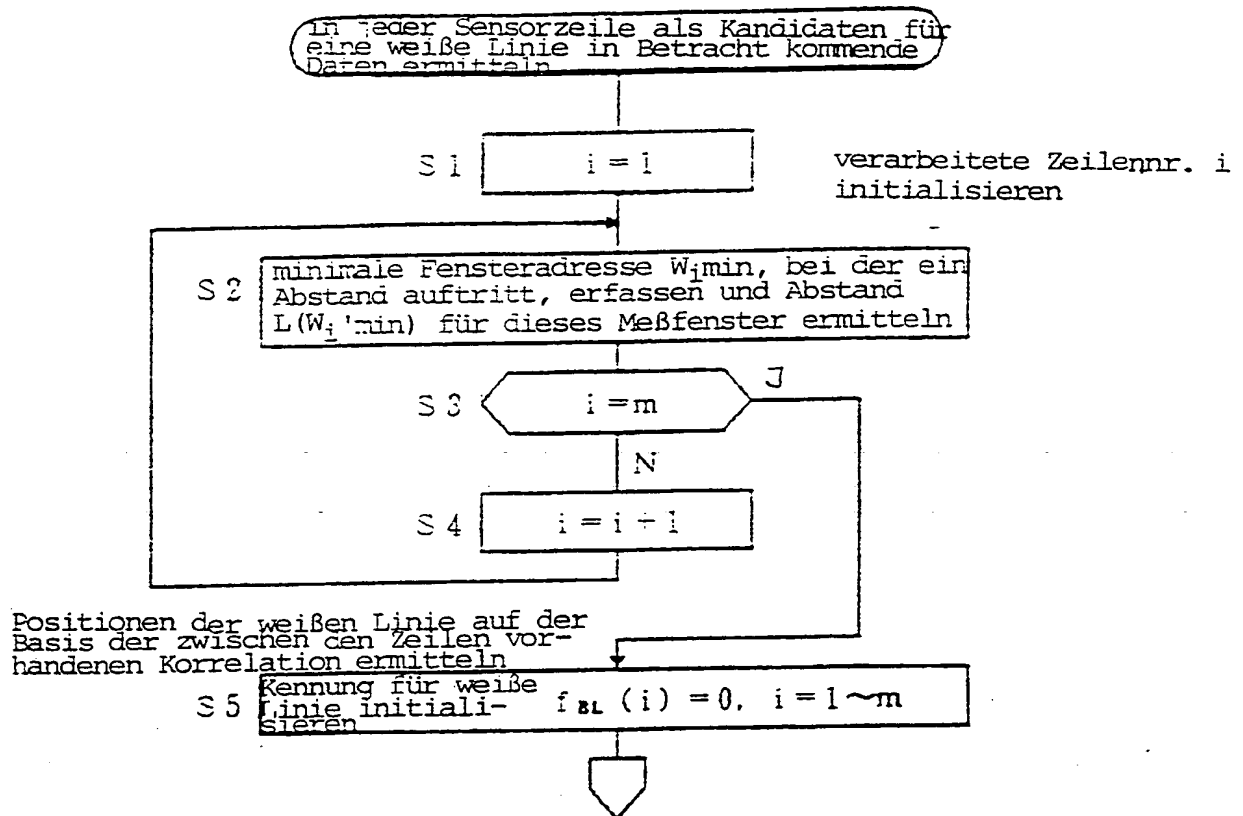


Fig. 3

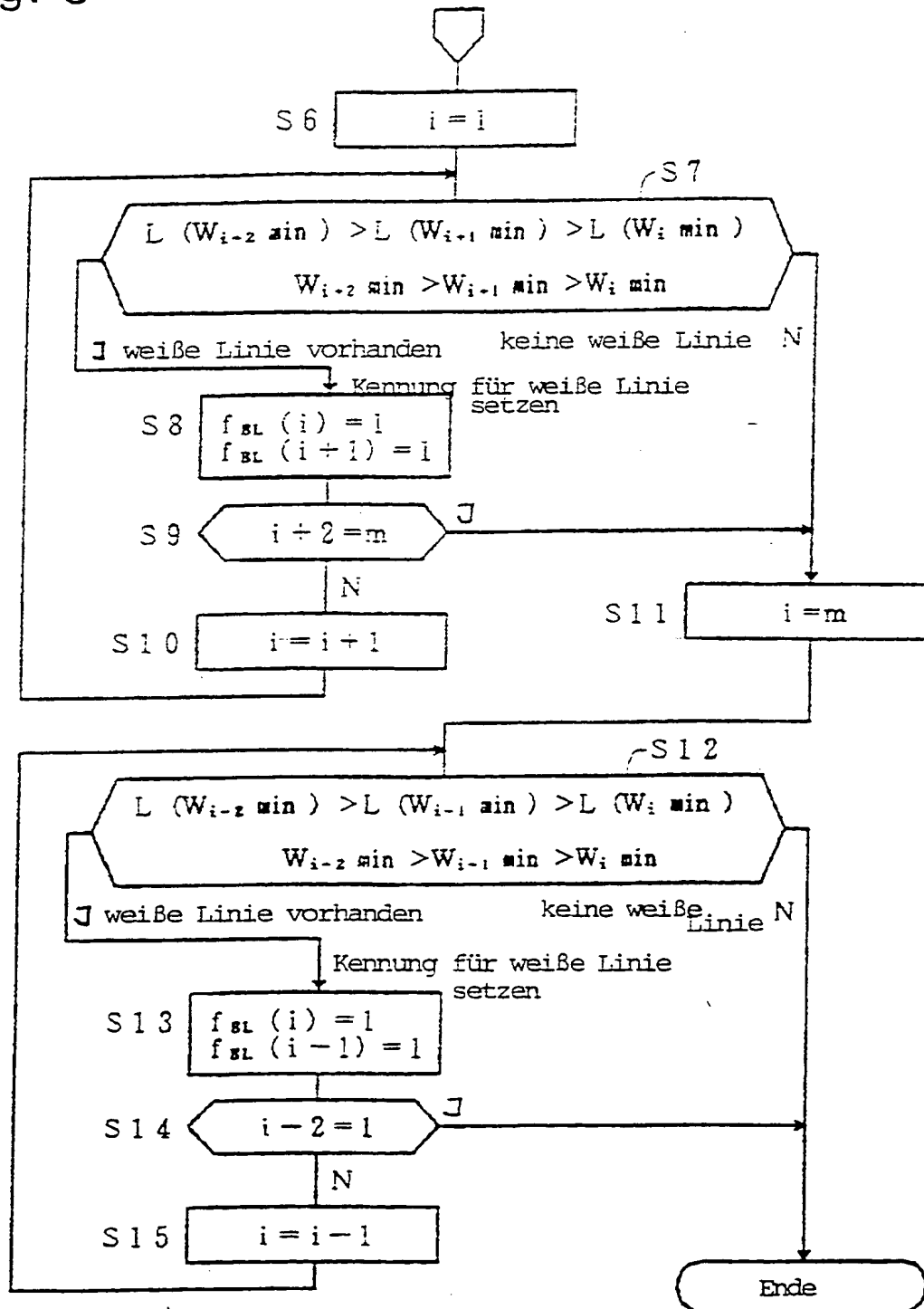


Fig. 4

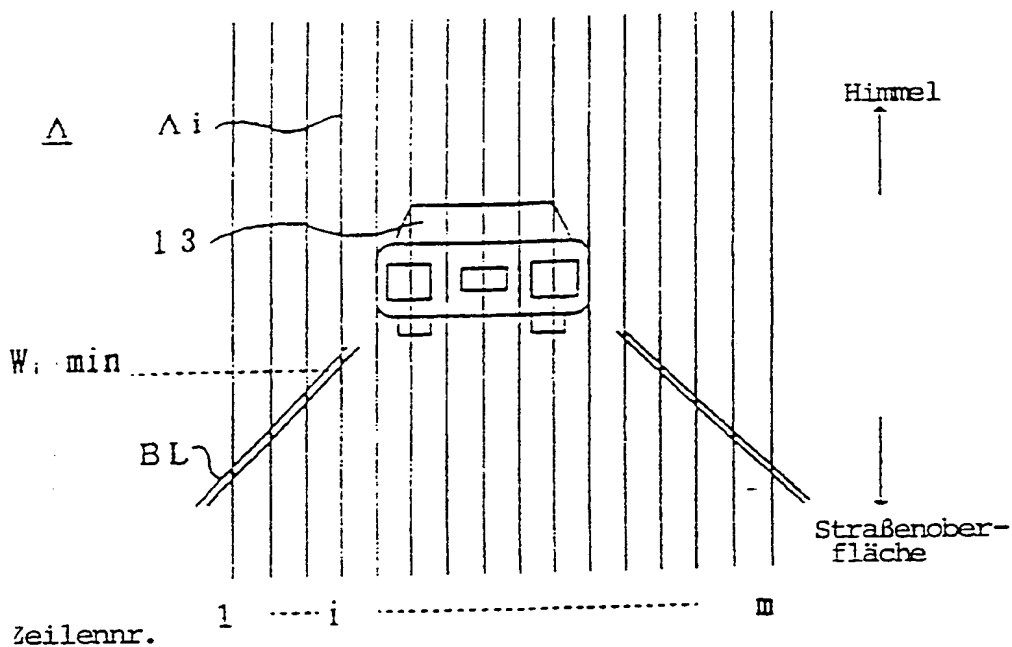


Fig. 5

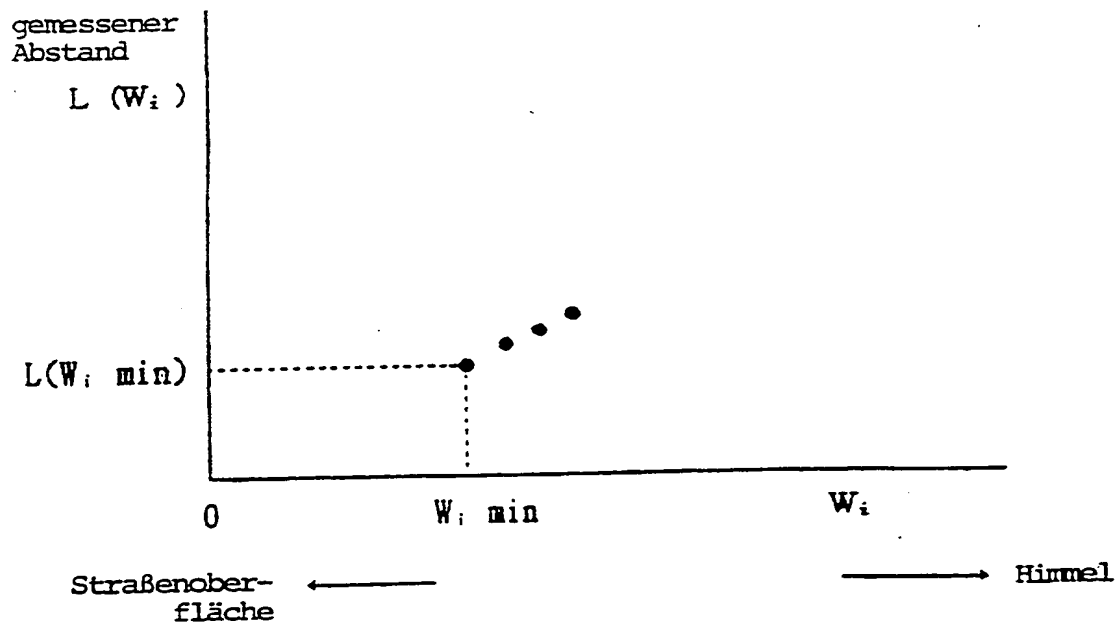


Fig. 6

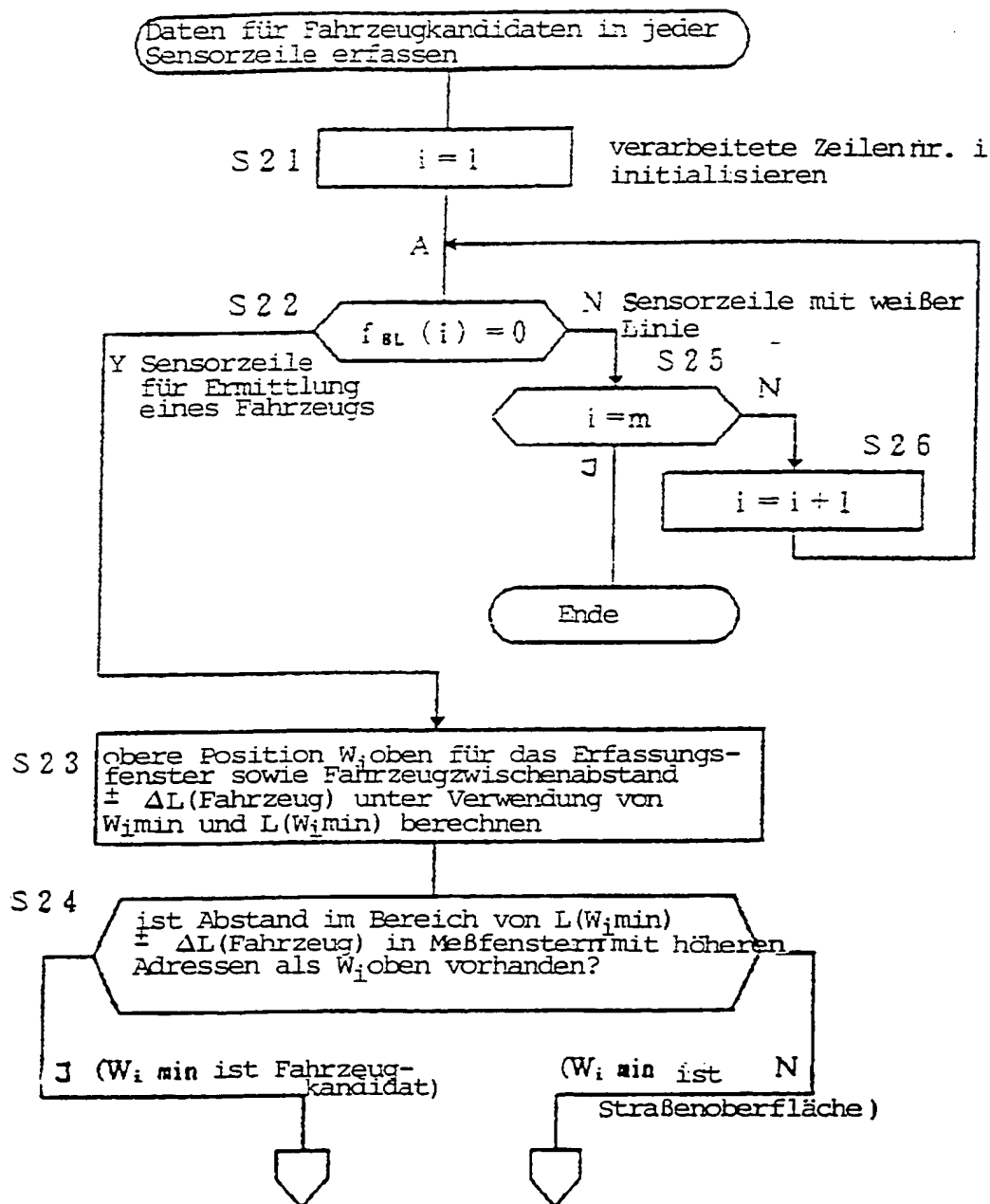


Fig. 7

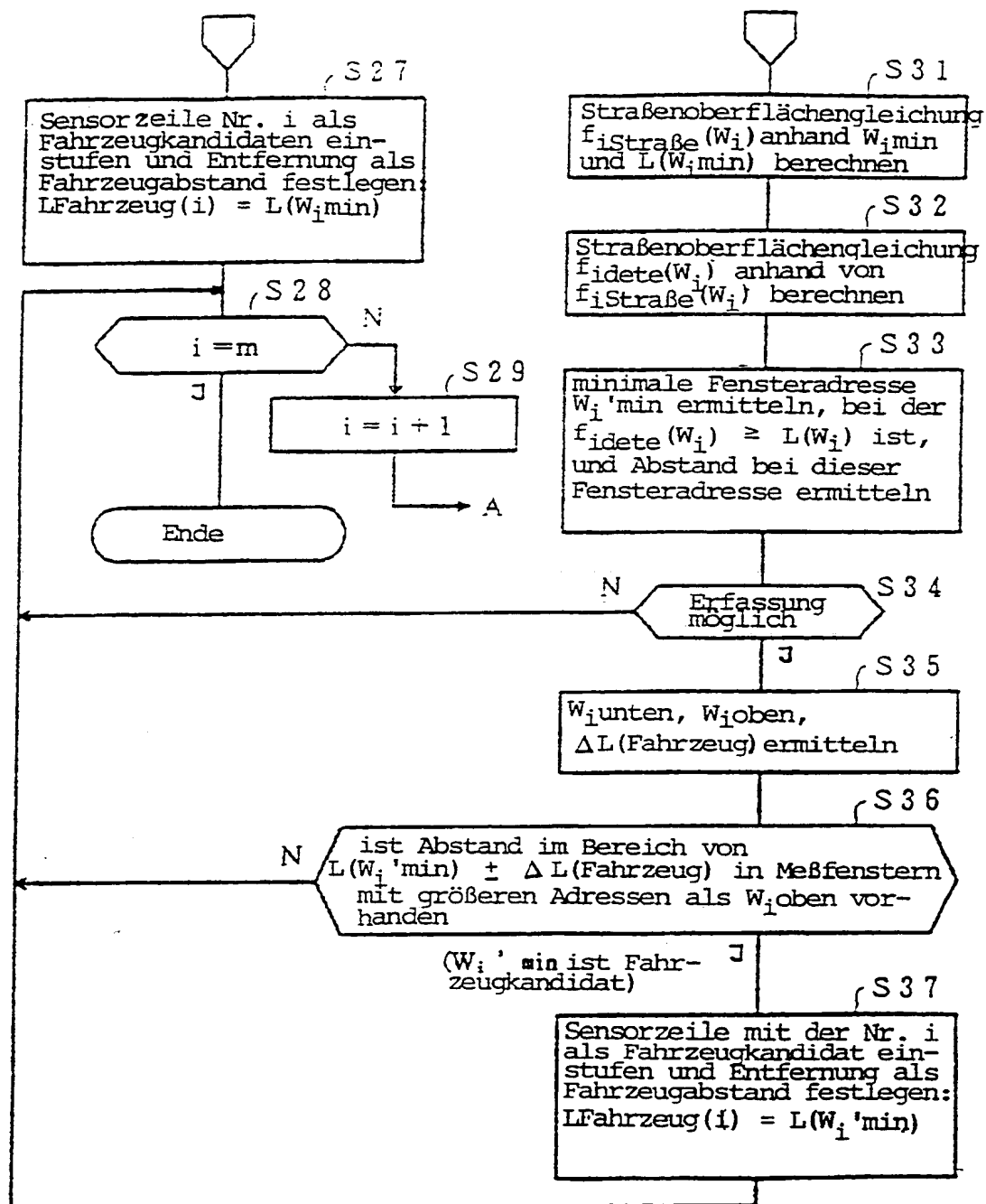


Fig. 8

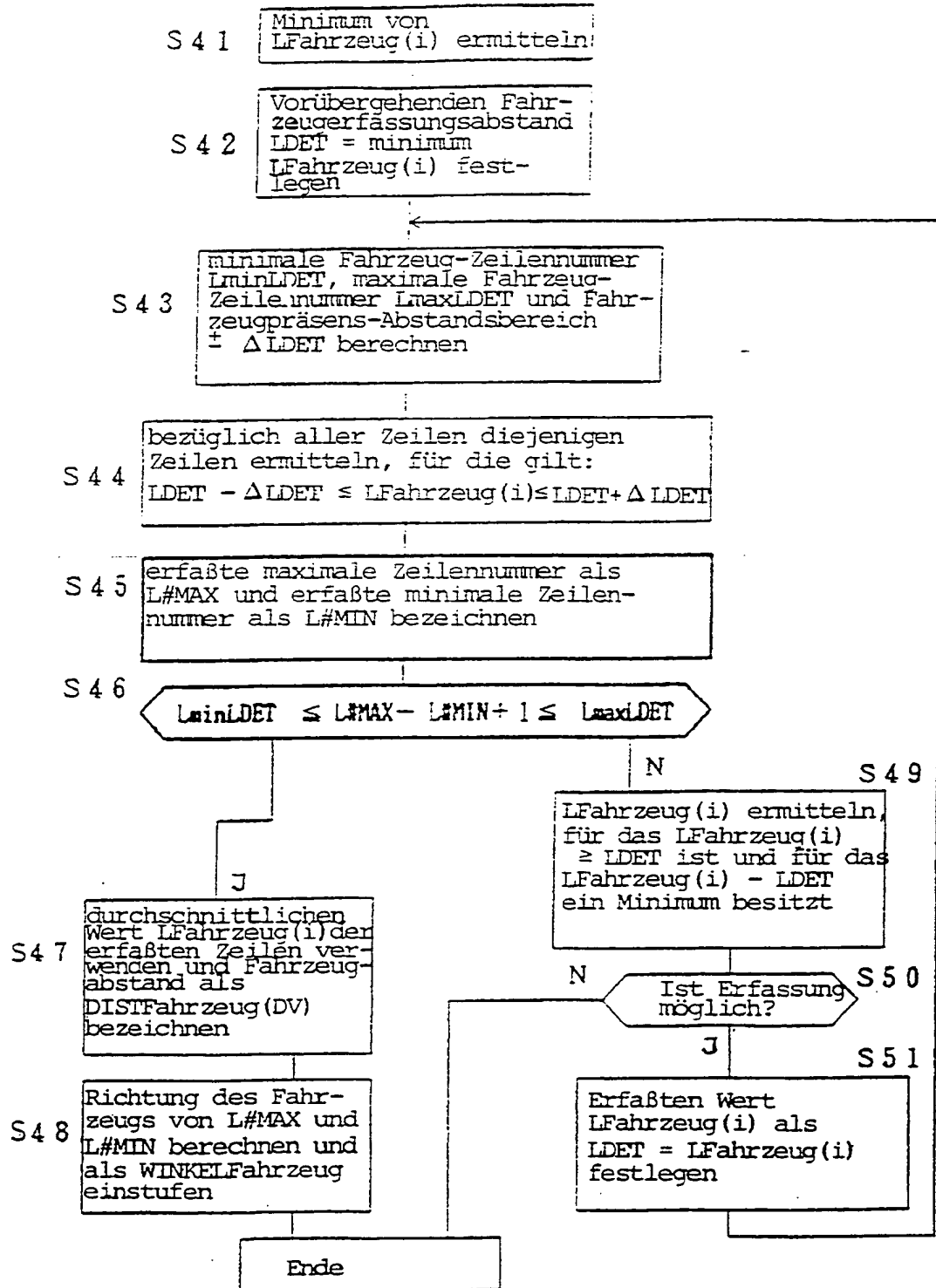
Fahrzeug unter Verwendung der zwischen
Zeilen vorhandenen Korrelation erfassen

Fig. 9

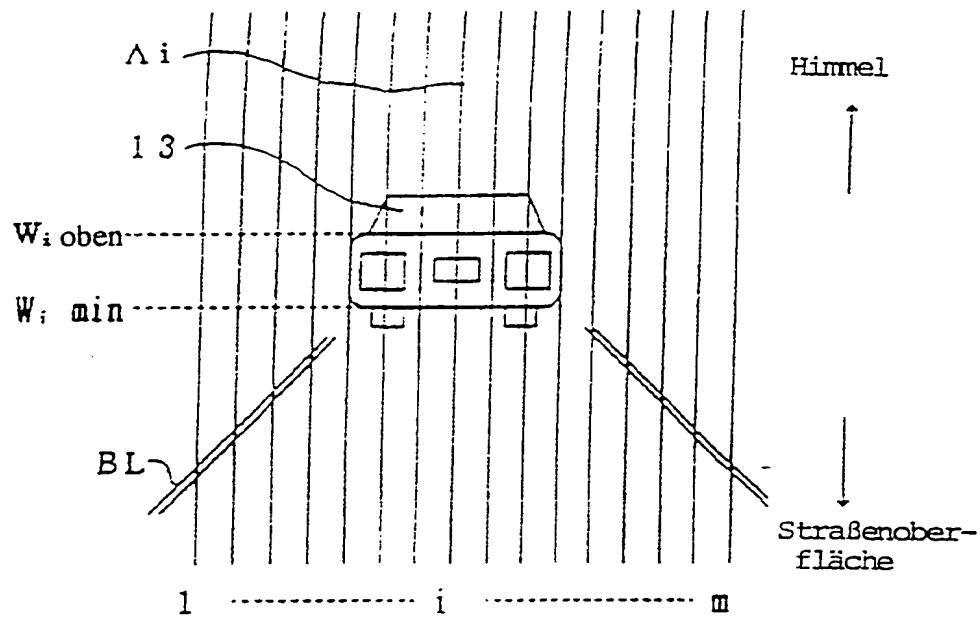


Fig. 10

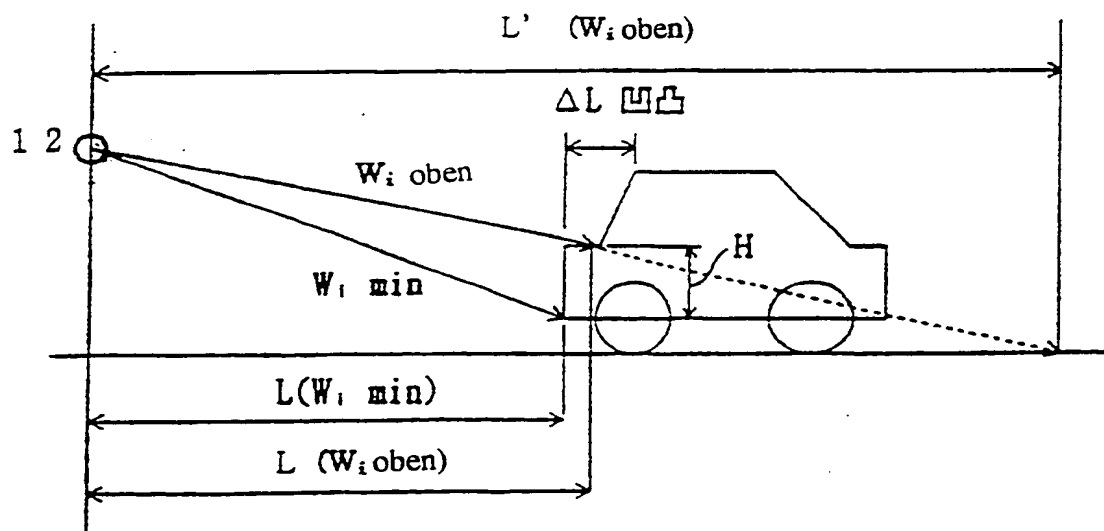


Fig. 11

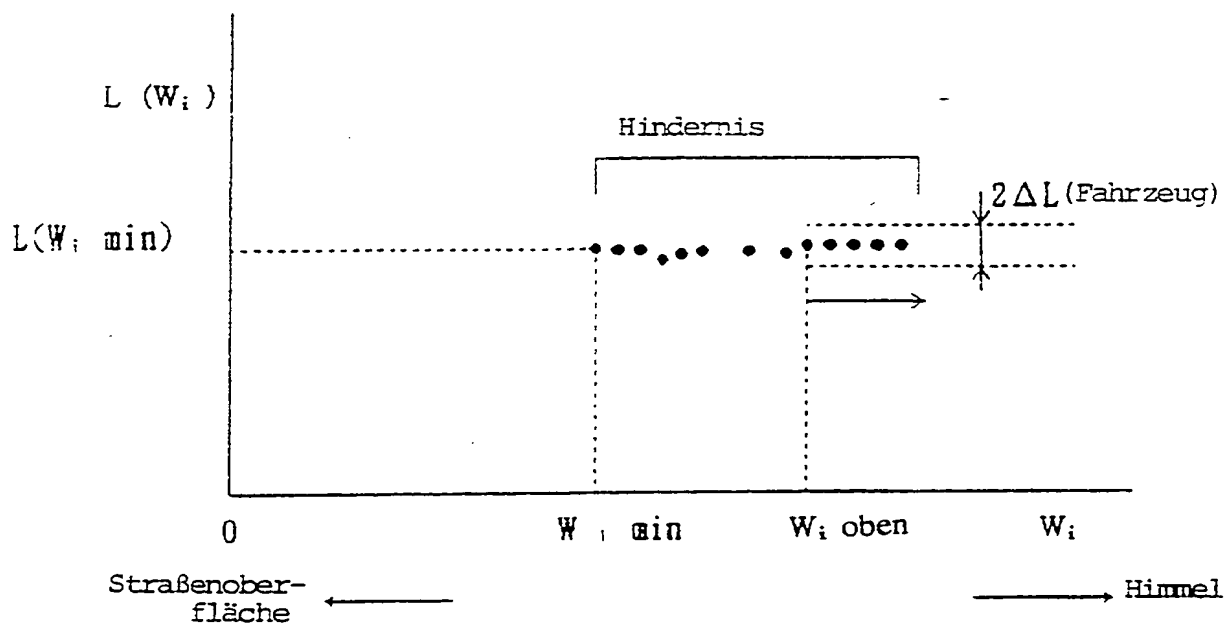


Fig. 12

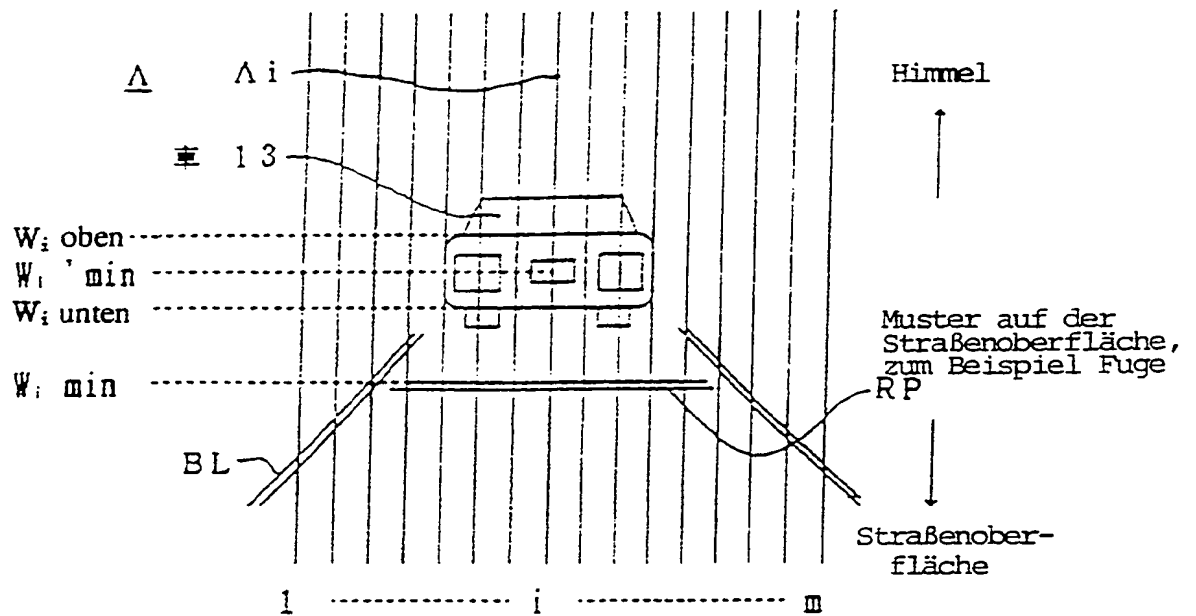


Fig. 13

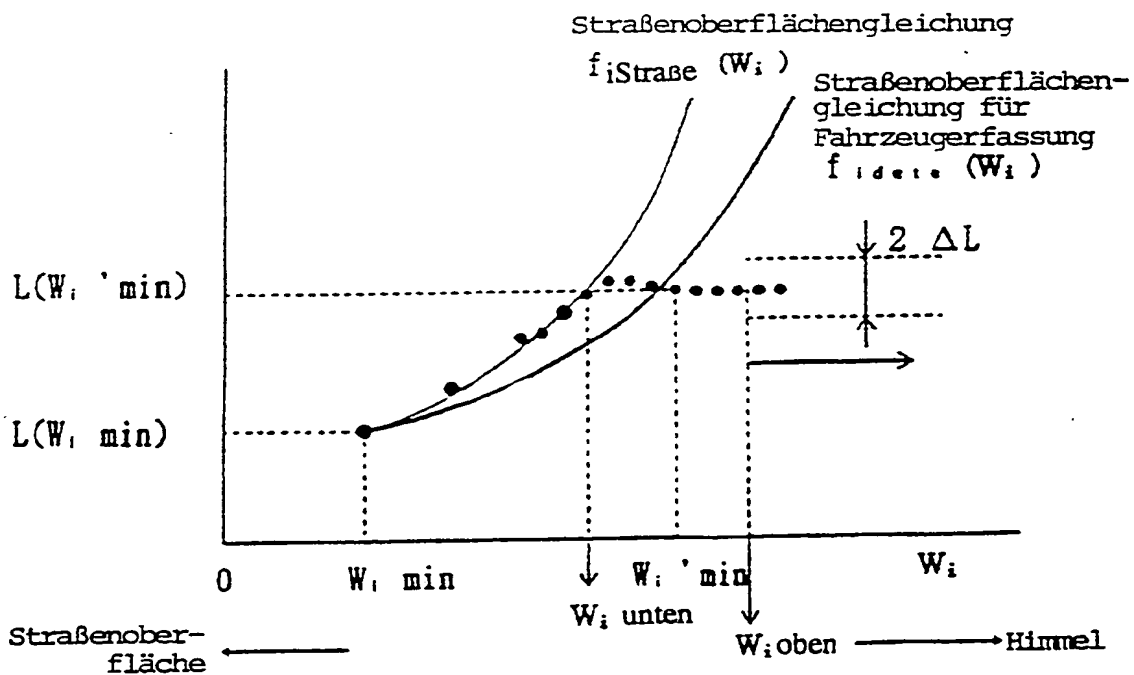


Fig. 14

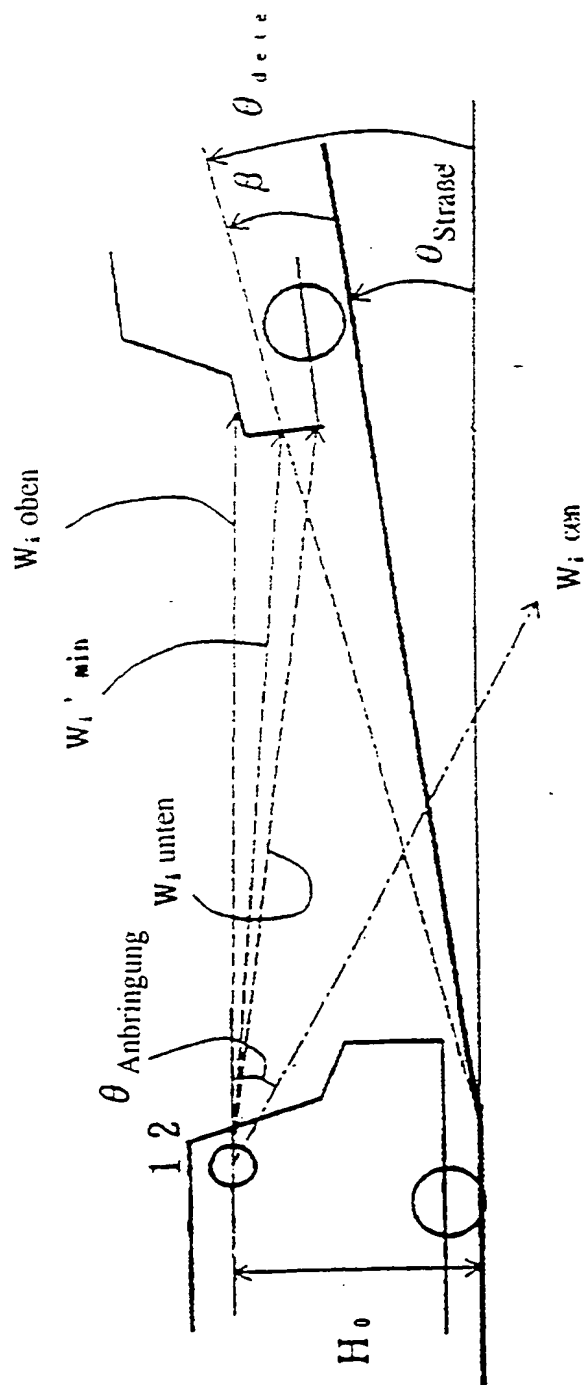


Fig. 16

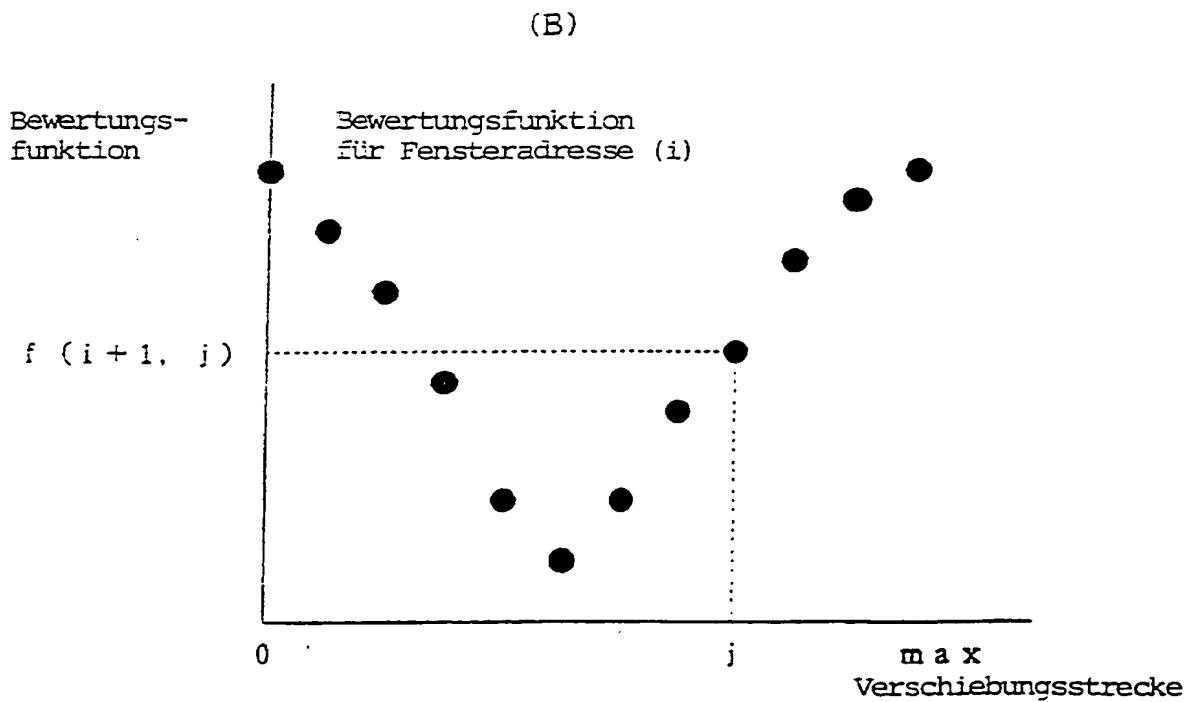
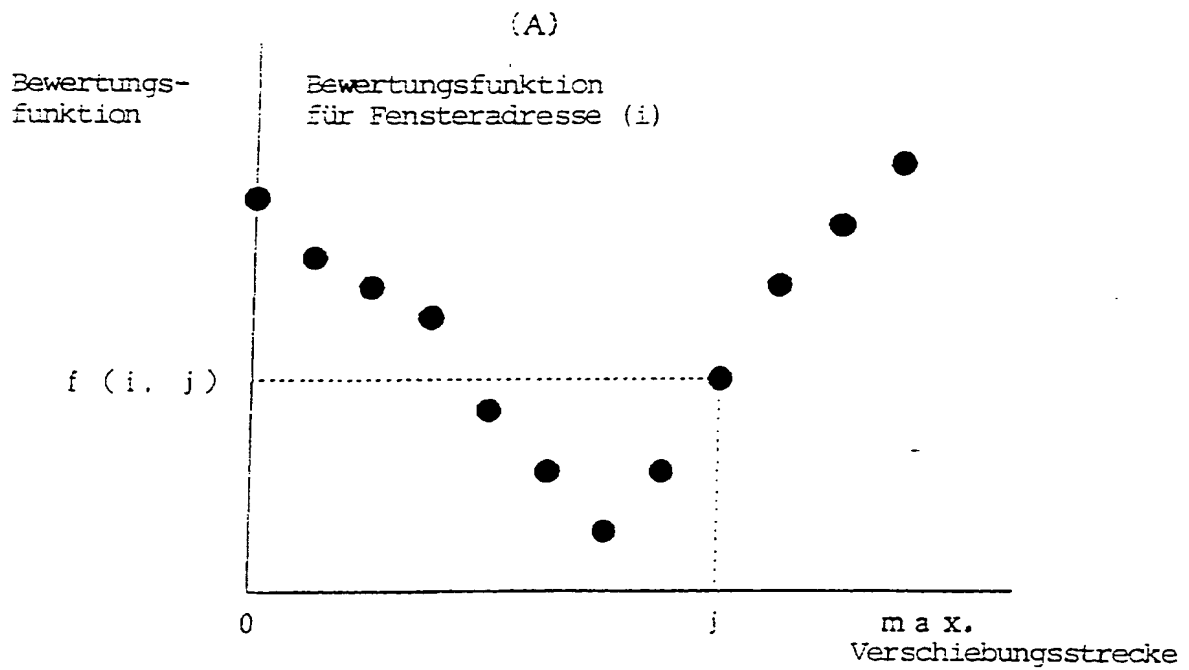


Fig. 17

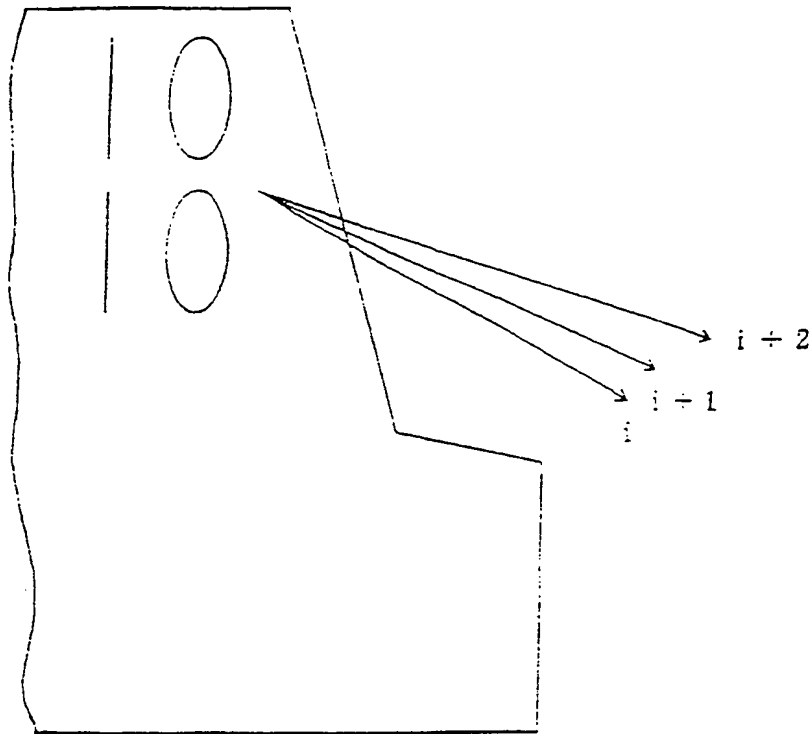


Fig. 18

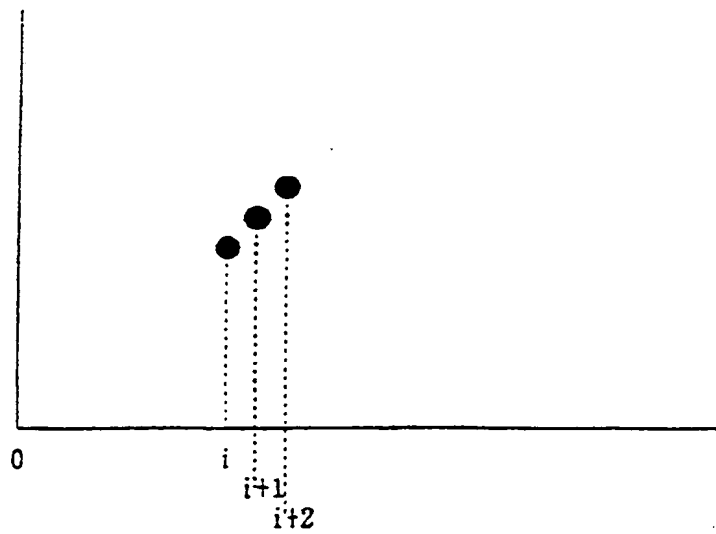


Fig. 19

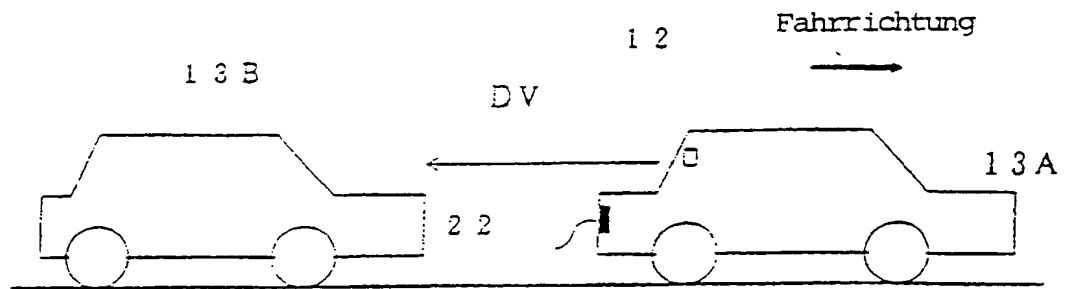


Fig. 20

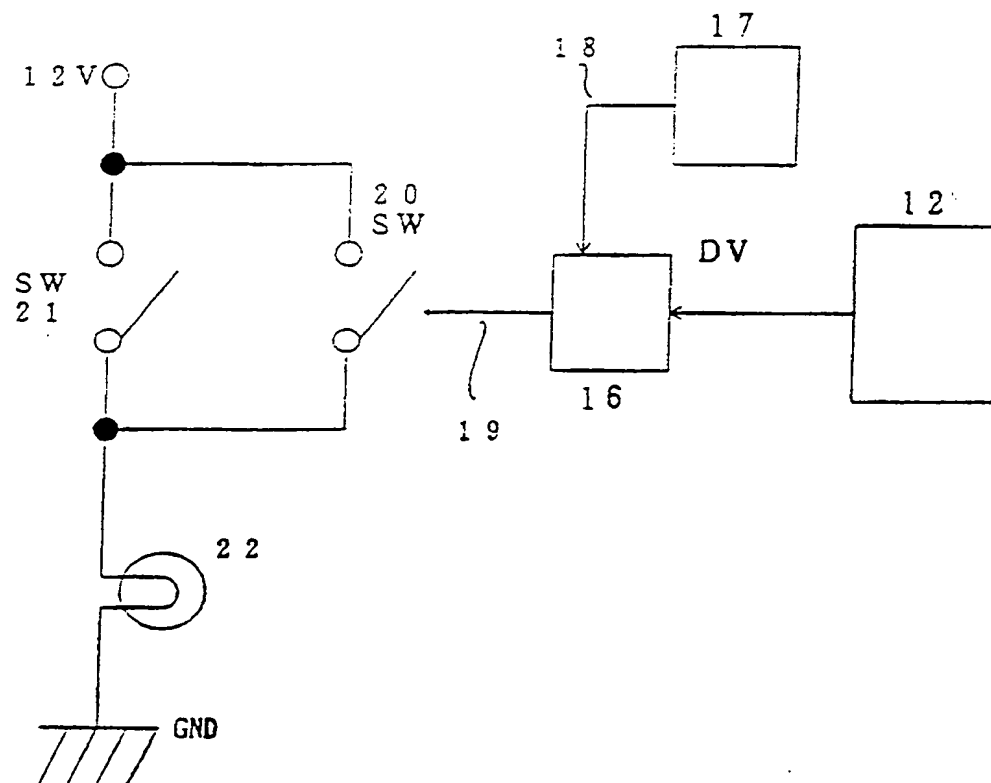


Fig. 21

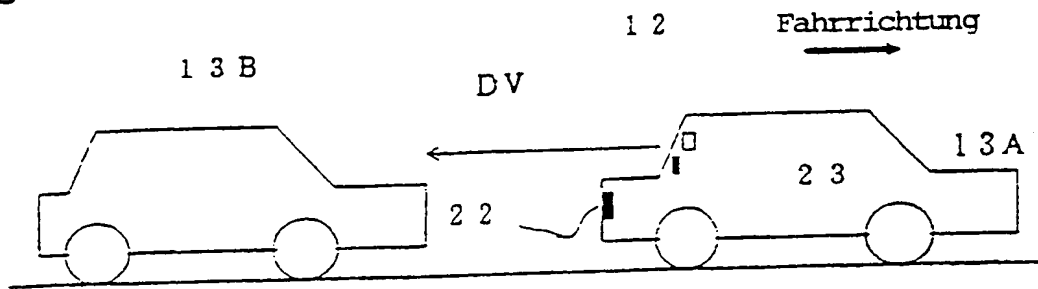


Fig. 22

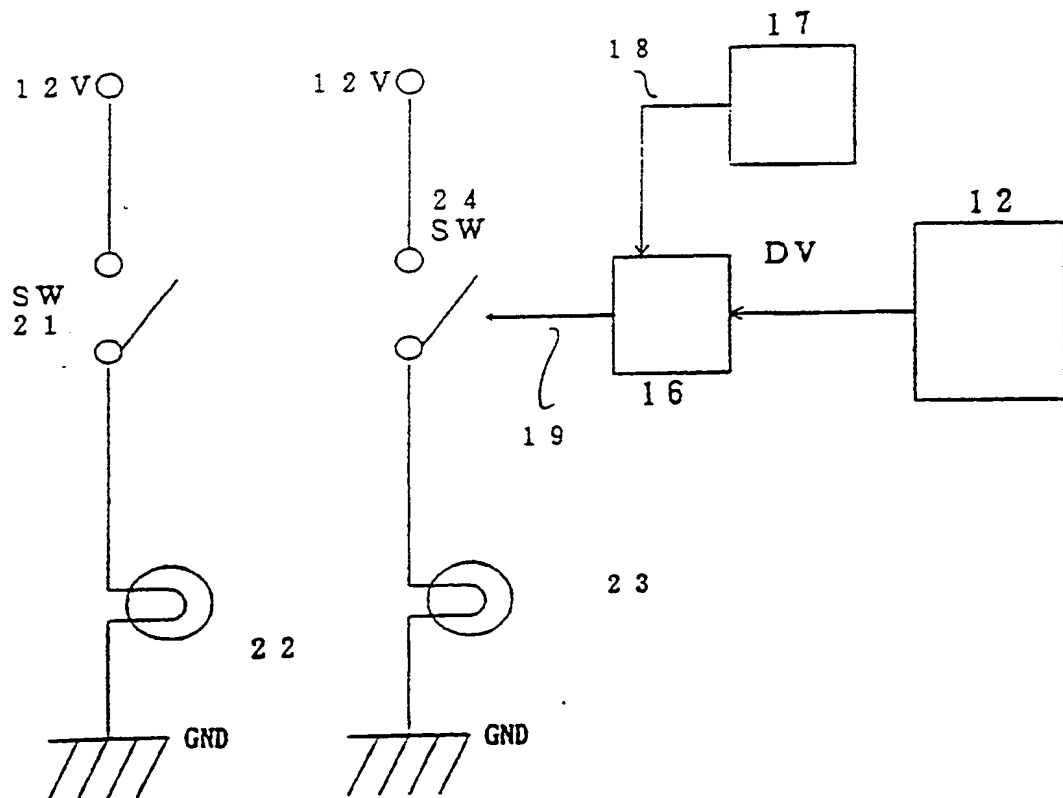


Fig. 23

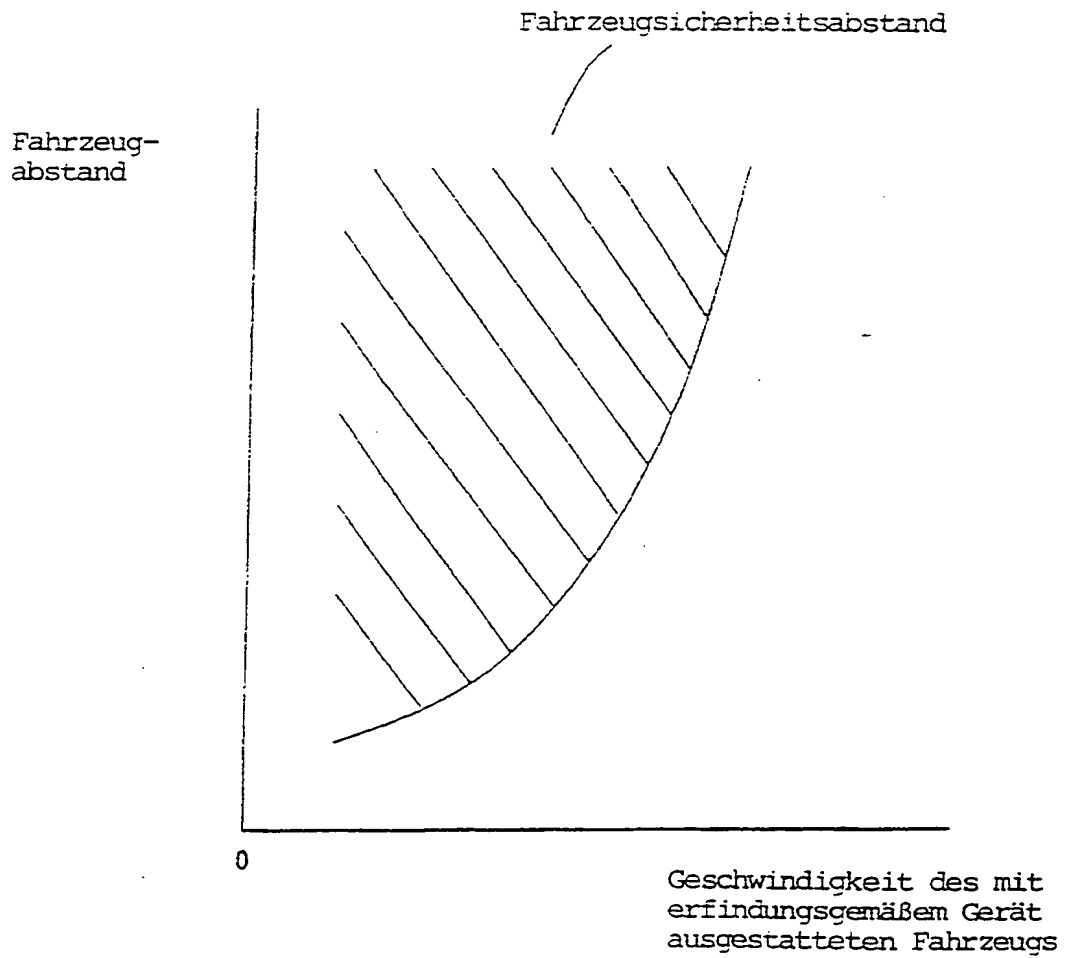


Fig. 24

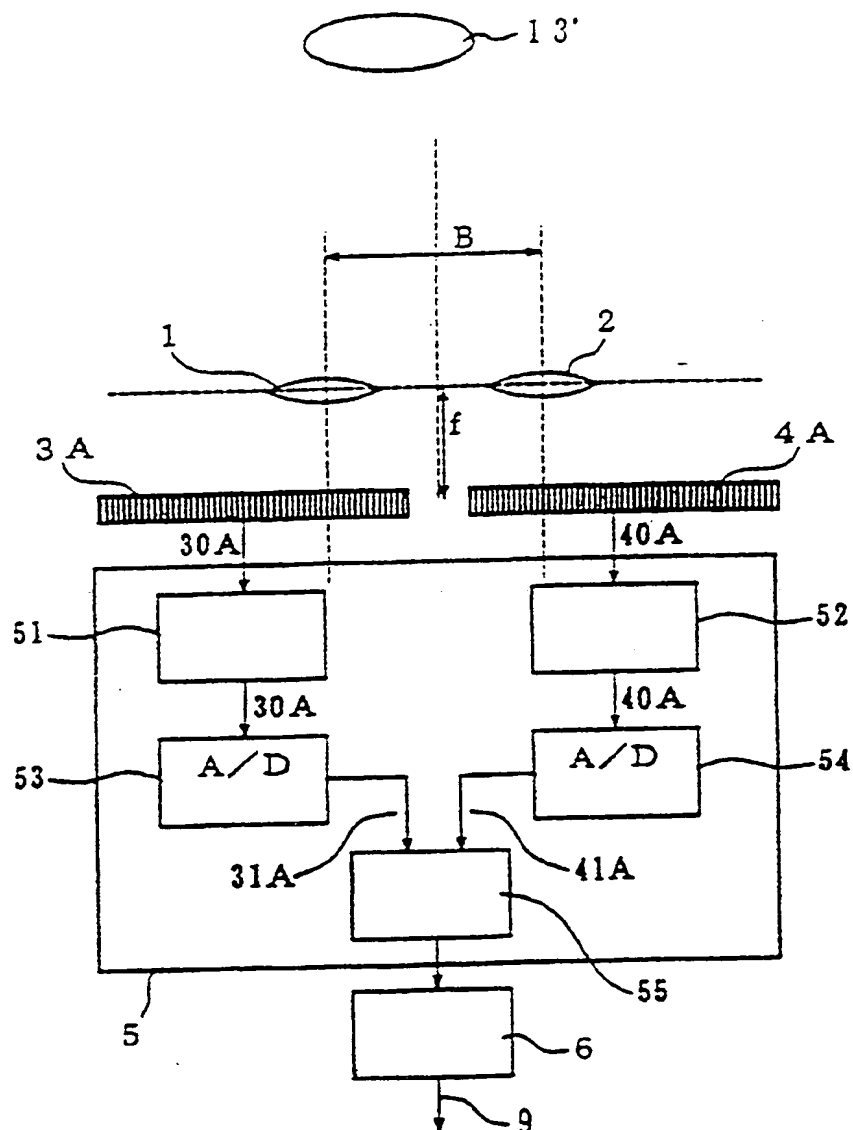


Fig. 25

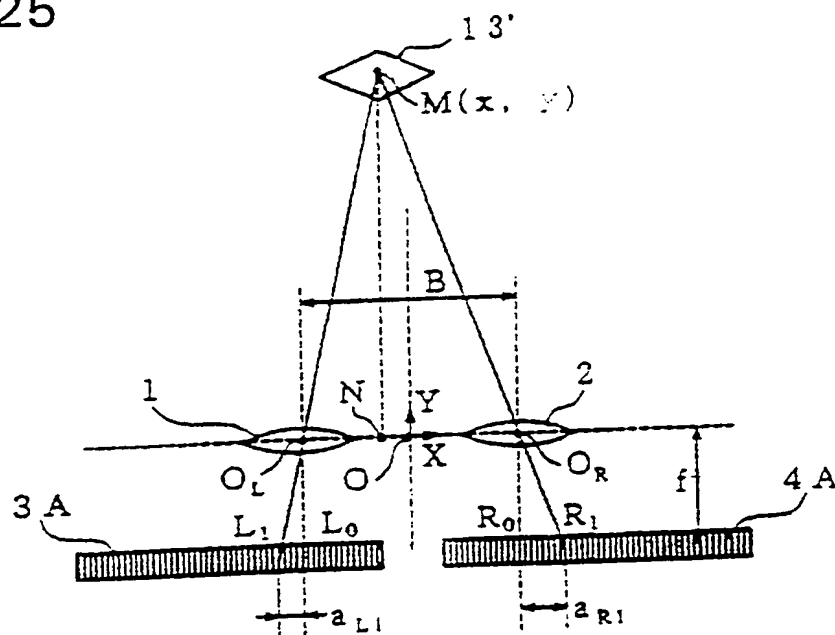


Fig. 26

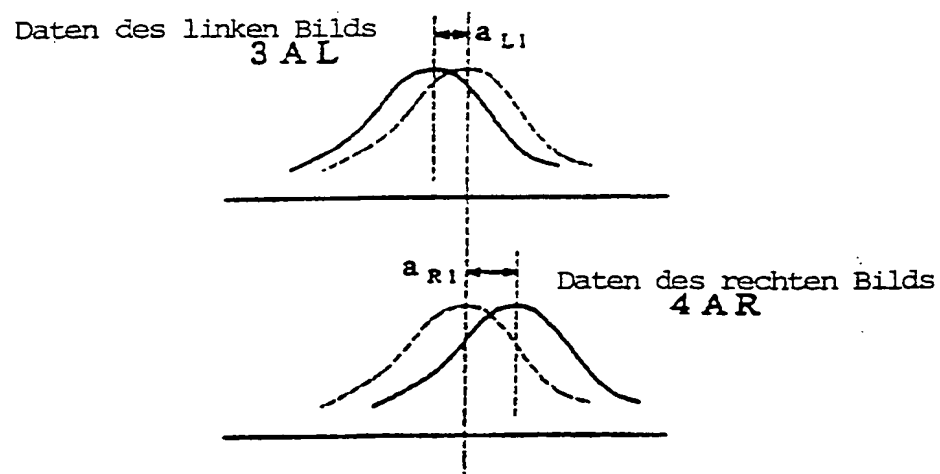


Fig. 27

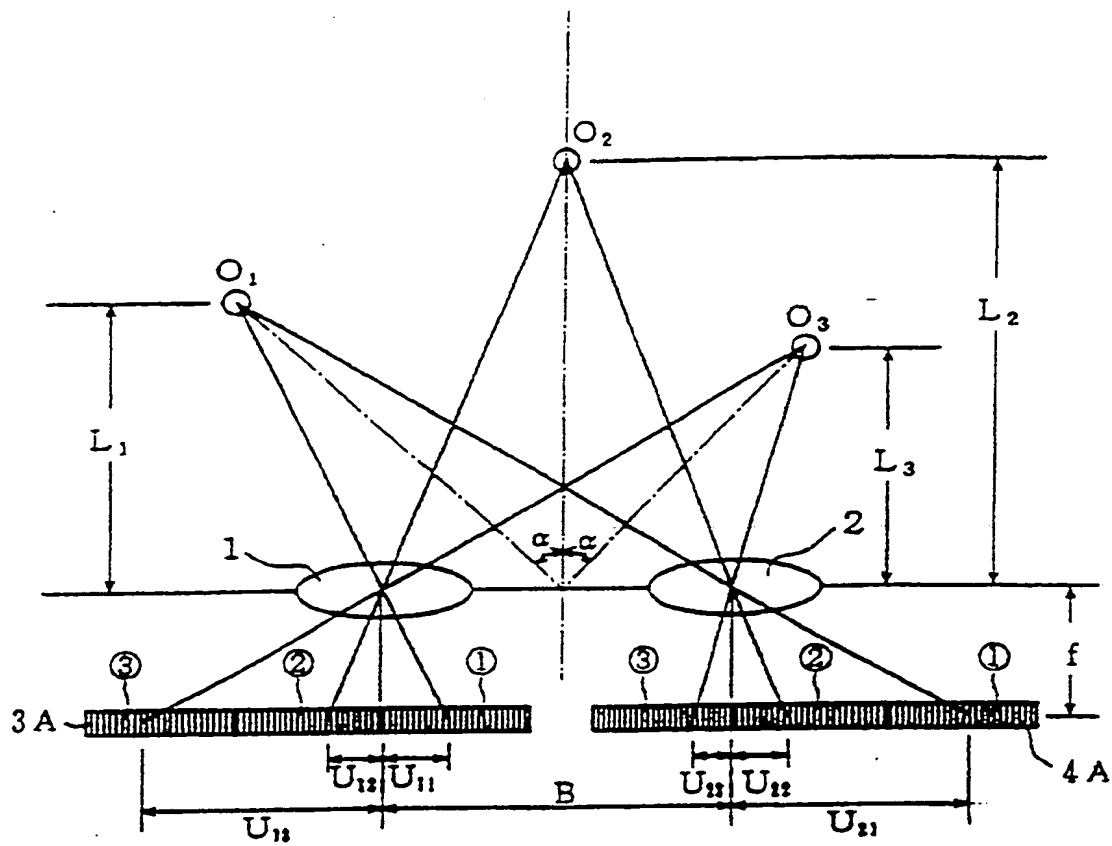


Fig. 28

